# مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم، ان شاء الله هذه الدورة سستحدث عن المفهوم الخاص بانظمة السكادا SCADA، تعريفها و مفهومها و مكوناتها، و سيتم شرح بعض المفاهيم المتعلقة بالشبكات الحاسوبية و المستخدمة بشكل واسع في انظمة السكادا، كما سيتم التعرض بشكل مختصر الى تعريف بعض انظمة السكادا المشهورة بهدف تعميق المفهوم، و كما سنلاحظ اختلاف بسيط في المسميات و المصطلحات، الا ان المفاهيم واحدة، اي ان التعمق في احد الانظمة سيسهل بشكل كبير العمل على انظمة اخرى، كما سيتم التركيز على اشهر انظمة الاتصالات الخاصة بالمصانع مثل PROFIBUS و MODBUS بحيث يتم توضيح كيفية عمل هذه الانظمة و اهميتها، و ما هي الفروقات بينها.

في هذه الدورة حاولت وضع المعلومات المهمة و التي تساعدنا في حياتنا العملية بعيدا عن طرح كم كبير من المعلومات التي قد لا تكون ذات فائدة مباشرة، و انما التركيز على المفاهيم التي من الضروري التعامل معها، و نتمنى ان تكون هذه الدورة جزء من الجهد المبذول في هذا المنتدى الرائع لتوفير دورات مجانية في جميع مجالات التحكم الالي.

برنامج هذه الدورة سيشمل:

الفصل الاول: انطمة ال SCADA.

الفصل الثاني: مقدمة عن شبكات الحاسوب.

الفصل الثالث: الهاردوير الخاص بانظمة السكادا.

الفصل الرابع: السوفت وير الخاص بانظمة السكادا.

الفصل الخامس: Siemens TIA.

الفصل السادس: ABB SCADA.

الفصل السابع: Citect

الفصل الثامن: الاتصالات التسلسلية Serial Communication.

الفصل التاسع: PROFIBUS.

الفصل العاشر: MODBUS.

الفصل الحادي عشر: CANBUS.

الفصل الثاني عشر: Devicenet

الفصل الثالث عشر: HART Protocol.

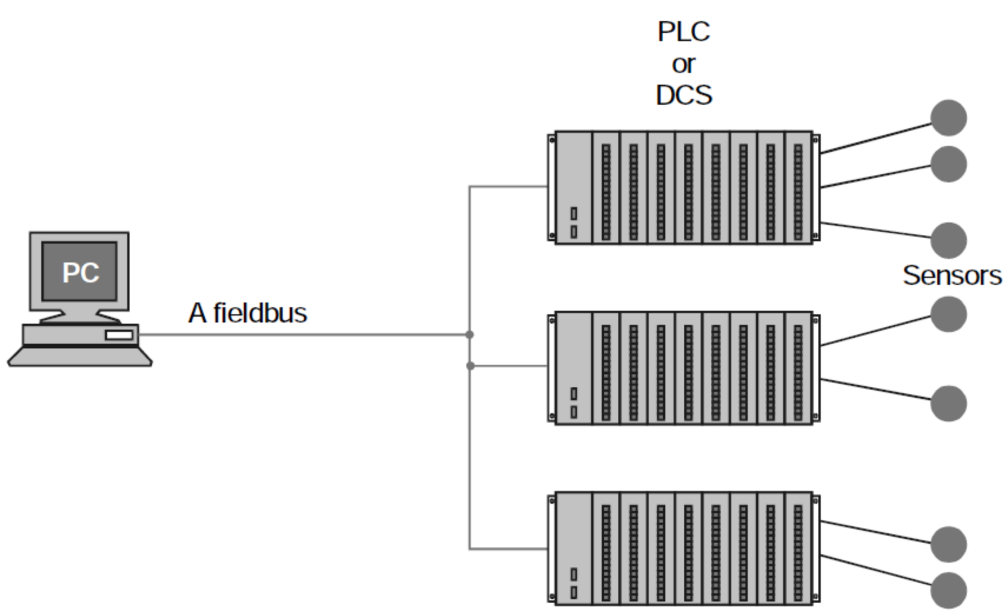
الفصل الرابع عشر: مقارنة بين انظمة الاتصالات المختلفة.

انظمة ال SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition System)، اي انظمة مراقبة التحكم و نظام اكتساب البيانات، هي انظمة خاصة بعمليات التحكم في المصانع بمختلف مجالاتها، صناعات التنجيم، الاسمنت، الاسمدة، محطات توليد الطاقة، و الصناعات المختلفة.

ان منشات هذه المصانع قد تكون كبيرة جدا، و بينها مسافات بعيدة، و لذلك كان لا بد من نظام يسهل عملية الاتصال بين هذه المنشات، بالاضافة الى العدد الكبير من الحساسات و الاجهزة و العمليات الصناعية التي لا بد من مراقبتها، و جمع البيانات الخاصة بها لتحليلها.

ان ال PLC يعتبر هو الخيار الاول في انظمة التحكم الصناعي، و بالتالي للتحكم بالحساسات و الاجهزة المختلفة لا بد من عمل توصيل Interfacing بين هذه الاجهزة و ال PLC. في الانظمة البسيطة و التي تحتوي على عدد قليل من المداخل و المخارج من الممكن عمل هذه التوصيلات و ارسالها الى منطقة مركزية، اما اذا كان عددها كبيرا جدا فيتم توزيع وحدات خاصة يطلق عليها IOs(input output unit)، توزع في ارجاء المصنع و يتم توصيل كل مجموعة من الحساسات و الاجهزة القريبة منها اليها، و بعد ذلك يتم توصيل هذه الوحدات الى وحدة المعالجة المركزية CPU(Central Processing Unit) الخاصة بال PLC. ويتم ذلك من خلال ما يسمى بال Field Bus مثل PROFIBUS و MODBUS ، و سنتعرض لهم بالتفصيل في فصول لاحقة ان شاء الله.

هذ النظام يسمى DCS (Distributed Control System) كما يبين الشكل، و من ثم يتم ربط البيانات بحاسوب مركزي.



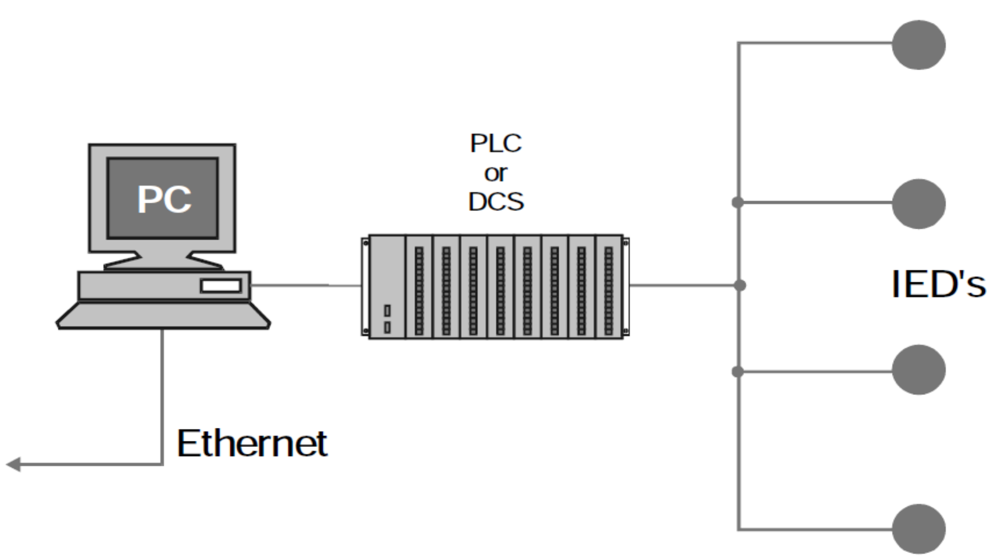
ميزات نظام ال PLC/DCS SCADA هي:

- يمكن للحاسوب تخزين و حفظ كمية كبيرة من البيانات.
- بمكن عرض البيانات باي طريقة يرغب بها المستخدم.
- يمكن شبك الاف الحساسات الى النظام.
- يمكن للعامل للمستخدم Operator التفاعل مع البيانات بكل يسر و سهولة.
- يمكن التعامل مع مختلف انواع البيانات.
- يمكن التعامل مع البيانات من اي مكان و ليس من موقع واحد فقط.

اما المساوىء فهي:

- النظام معقد بعض الشيء.
- يتطلب مهارات اعلى من المشغل Operator للتعامل مع النظام.
- بالرغم من التعامل مع الاف الحساسات الا ان هناك الكثير من الاسلاك ليتم التعامل معها.
- يمكن للمستخدم العامل الوصول فقط الى مستوى ال PLC على الشبكة.

مع تطور العلم و الصناعة، ظهرت الحاجة ظهرت الحاجة الى انظمة اصغر و اذكى، حساسات صممت لتعمل مع ال PLC و DCS، و تحتوي على معالج Microprocessor بداخلها هذه الاجهزة يطلق عليها: IEDs (Intelligent Electronic Devices)، يتم شبك هذه الاجهزة مباشرة الى الناقل Fieldbus مباشرة، و من ثم الى ال PLC و من ثم الى الحاسوب كما هو مبين في الشكل:



يبين الشكل التالي حساس ضغط يمكن شبكه من خلال ال PROFIBUS و يحتوي على معالج بداخله:



ميزات نظام العمل مع ال IED:

- يتطلب عدد اقل من الاسلاك.
- يمكن للمستخدم العامل الوصول الى مستوى الحساس في الشبكة.
- يمكن للبيانات القادمة من الجهاز ان تحتوي على الرقم المتسلسل Serial Number، قيمة القراءة، وجود اعطال، كذلك يمكن عمل معايرة Calibration من ال DCS.
- يتم تركيب هذه الاجهزة من خلال قابس Plug، و لذلك فان فكها و تركيبها سهل جدا و لا يتطلب شبك اسلاك.
- اجهزة اصغر تتطلب مكانا اصغر.

مساوىء هذا النظام:

- يعتبر هذا النظام اكثر تعقيدا، و يتطلب تدريبا اكثر للمستخدمين.
- يكون ثمن هذه الاجهزة غاليا بالعادة.
- تعتمد هذه الاجهزة على الاتصالات بشكل كبير.

## الهاردوير الخاص بانظمة السكادا

انظمة السكادا تتكون من مجموعة من الوحدات الطرفية البعيدة :
RTU(Remote Terminal Unit)، و التي تقوم بجمع البيانات من المنشاة و اعادتها الى المحطة الرئيسية Master station، عن طريق نظام الاتصالات، المحطة الرئيسية Master station تعرض البيانات المكتسبة Acquired data من المنشاة الى المشغل Operator ليقوم بوظائف التحكم من بعد.

ان دقة توصيل البيانات بتوقيت متزامن مع المستجدات التي تحدث و الانذارات Alarms يمكن المستخدم من ادارة المصنع بشكل فعال و امن، و بتكلفة اقل بكثير من انظمة التحكم القديمة.

في انظمة السكادا هناك خمسة مستويات من التسلسلات الهرمية:

- مستوى الحساسات و الاجهزة على خط الاتصال Field level.
- الوحدات الطرفية البعيدة RTUs.
- نظام الاتصالات.
- المحطة الرئيسية Master Station.
- نظام الحاسوب الخاص بمعالجة البيانات.

تمثل ال RTU الواجهة للحساسات الرقمية و التشابهية الموجودة في الاماكن البعيدة من المنشاة.

اما نظام الاتصالات فيمثل همزة الوصل بين المحطة الرئيسية و الوحدات البعيدة، من الممكن ان يكون هذا النظام سلك، او الياف ضوئية، خط تلفون، موجات ميكروويف، موجات راديو، او حتى من الممكن ان يكون ساتلايت.و لذلك يتم استخدام عدة قواعد Protocol و انظمة لاكتشاف الاخطاء من اجل النقل الفعال و الكفاءة العالية.

تقوم المحطة الرئيسية Master Station بجمع البيانات من الوحدات الطرفية البعيدة RTUs، و غالبا ما توفر للمشغل المعلومات اللازمة ليقوم بعملية التحكم، اما في الانظمة الكبيرة جدا، فان هناك محطات فرعية تقوم بجمع البيانات الى المحطة الرئيسية.

من المتطلبات الاساسية في النظام ايضا ما يطلق عليه بمؤقت كلب الحراسة Watch dog Timer للتاكد من ان البرنامج الخاص بال RTU يعمل بشكل دوري، تعمل ال RTU بشكل دوري على تصفير زمن ال Watch dog، اذا لم يتم ذلك خلال فترة محددة من الزمن يعمل ال Watch dog Timer على ارسال حالة انذار ( و من الممكن عمل Trip ل CPU).

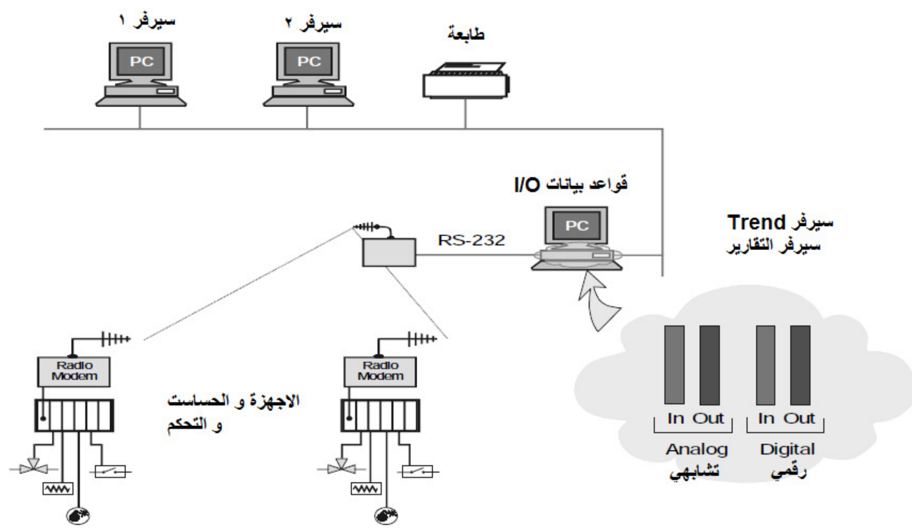
## السوفت وير الخاص بانظمة السكادا

يمكن تقسيم السوفتوير الخاص بانظمة السكادا الى نوعين: مفتوح الملكية و خاص الملكية، الانظمة خاصة الملكية هي الانظمة التي تقوم الشركات بتصميمها للتعامل مع منتجاتها، ميزة هذه الانظمة التوافق التام مع المنتجات و سهولة الاستخدام، الا ان الاعتماد الكامل على المورد هو المشكلة في هذه الانظمة. مثل انظمة Siemens و ABB و التي سنتعرض لها بشكل تعريفي في الفصول القادمة ان شاء الله.

Citect و Wonderware هي احد الانظمة المجانية المتوافرة في سوق السكادا اليوم، بعض البرامج الان توفر حزمة متكاملة من الانظمة المساعدة، و ان شاء الله سنتعرض ل Citect

بشكل بسيط في فصول لاحقة، و الهدف من هذه الدورة هو التعريف بانظمة السكادا، اما التعمق في البرامج الخاصة بها فبحاجة الى دورات منفصلة.

يمثل الشكل التالي المكونات الاساية لنظام السكادا:




الخصائص الاساسية لنظام السكادا:

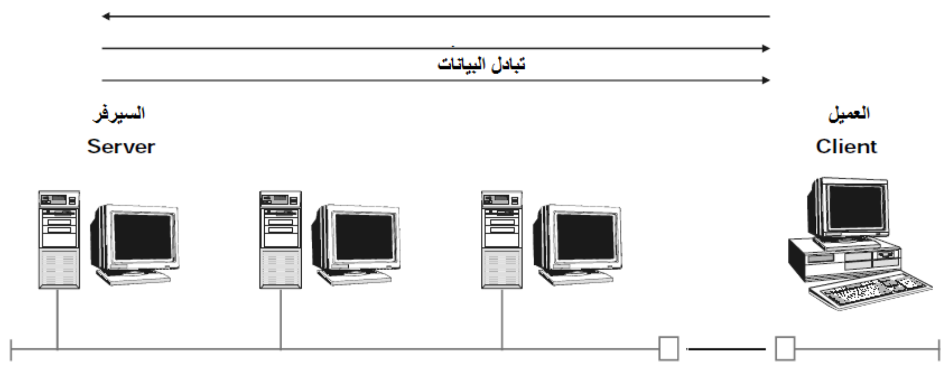
- يمثل واجهة للمستخدم User Interface.
- يعرض الرسوم الغرافيكية Graphic Display.
- الانذارات Alarms.
- Trends.
- واجهة ال RTUs و ال PLC.
- التدرجية.
- الشبكات.
- الخطوط الاحتياطية Redundancy.

## انظمة السكادا و شبكات الحاسوب المحلية

شبكات الحاسوب المحلية تتعلق بمشاركة البيانات و المعلومات، لشبك جميع العقد Nodes على انظمة السكادا لا بد من وسيلة نقل لشبكها من خلالها، ان طريقة الشبك يطلق عليها هيكلة

الشبكة Network Topology، يجب ان يكون من السهل على جميع العقد الوصول الى المعلومات دون التاثير على المرسل.

تعتبر ال LAN وسيلة للاتصالات بين الحواسيب، المحطات الرئيسية، السيرفرات، و الوحدات الطرفية، و التي يشار لها غالبا بالمضيف Host،تسمح ال LAN بمشاركة الاجهزة لاكثر من مستخدم، مع الصلاحية الكاملة لدخول السيرفرات على الشبكة، يعتبر ال Ethernet الاكثر شيوعا و استخداما في الشبكات المحلية، و ان شاء الله سنتعض لمفهومه و مفهوم شبكات الحاسوب بشكل اكبر في الفصل القادم.




اعداد عبد الرحمن مصلح

## الفصل الثاني: مقدمة عن شبكات الحاسوب

الهدف من هذا الفصل تعريف الاخوة ببعض المفاهيم التي نتعرض لها في انظمة السكادا و الاتصالات الخاصة بشبكات الحاسوب، بحيث يكون لديهم القدرة على التواصل معنا في بقية فصول الدورة، و ان يكون لديهم خبرة في المصطلحات المستخدمة في انظمة التحكم الالي.

### مفاهيم اساسية:

شبكة الحاسوب: مجموعة من الحواسيب و الاجهزة الموصولة من خلال نظام اتصالات بين المستخدمين، بحيث يسمح لهم بتبادل البيانات و الموارد على الشبكة.

السيرفر Server: هو الجهاز الرئيسي و الذي يوفر خدمات للاجهزة الاخرى، و الذي يحتوي على برنامج يتعامل مع اجهزة اخرى يطلق عليها العميل Client.

العميل Client: هو الجهاز او البرنامج الذي يوفر الواجهة الرسومية للمستخدم Graphical Interface، و ينفذ الاوامر التي يتلقاها من السيرفر.

نظام السيرفر-العميل Client-Server Model: علاقة بين مجموعة من الحواسيب داخل شبكة بحيث ان احد البرامج العميل (Client) ينفذ الطلب المرسل اليه من السيرفر.

### انواع شبكات الحاسوب:

الشبكة المحلية Local Area Network(LAN): هي شبكة من الحواسيب التي يمكنها ان تتشارك البيانات و الموارد ضمن منطقة جغرافية صغيرة مثل مبنى او مجموعة من المباني.

الشبكة الواسعة Wide Area Network(WAN): هي شبكة من الحواسيب التي يمكنها ان تتشارك البيانات و الموارد ضمن منطقة جغرافية واسعة مثل مجموعة من المدن او المنشات البعيدة عن بعضها.

## الشبكة المحلية Local Area Network(LAN)

ان الشبكات المحلية تعتبر وسيلة للاتصال بين مجموعة من الحواسيب، يمكن التواصل بين الاجهزة المختلفة و ال LAN من خلال ما يسمى العقد Nodes، و هي اي نقطة يمكن من خلالها ان يتصل اي جهاز مع الشبكة بحيث يعطى عنوانا مميزا. و الذي يتم من خلاله مخاطبة الاجهزة و ارسال الطلبات اليها.

تنتقل البيانات داخل شبكة ال LAN بسرعة كبيرة جدا، و هنا نتعرض الى مفهوم تدفق السرعة Bandwidth، و هو كمية البيانات المتدفقة خلال الزمن، و يعبر عنه غالبا ب:

مليون بت في الثانية Mbps: millions of bits per second

تحتاج ال LAN غالبا الى برنامج و قواعد للتعامل مع الرسائل التي تنتقل من المستخدمين عبر الشبكة، تسمى مجموعة القواعد التي تحكم هذه الانتقالات بالبروتوكول Protocol.

## هيكليات الشبكات Networks Topology

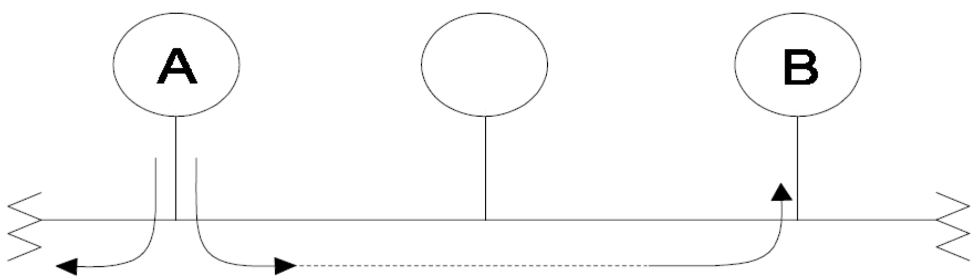
الطريقة التي تشبك بها العقد داخل الشبكة تسمى هيكلية الشبكة، و اهم هذه الهيكليات هي:

### ١) هيكلية الخط Bus Topology

في هذه الطريقة يتم شبك كل عقدة على خط مشترك Bus، يوفر هذا الخط عصب الاتصال في الشبكة، تنتقل البيانات عبر هذا الخط Bus الى جميع العقد، عن طريق ما يسمى بالبث الموزع Broadcast، و لذلك فان الرسائل تصل الى كل العقد.

عندما تصل الرسالة الى نهاية الخط يعمل منهي كهربائي Electrical Terminator على امتصاص الرسالة لمنعها من الانعكاس الى كيبل الخط مرة اخرى، و بالتالي التداخل مع رساءل اخرى.

و لذلك من الضروري جدا انهاء Termination كل نهاية للكيبل، كذلك لا بد ان يكون هناك مسافة جيدة بين العقد لمنع التداخل بين الاشارات. اما اذا كانت المسافة كبيرة جدا فلا بد من وسيلة لعمل تضخيم Amplification للاشارة بالاعتماد على المسافة و الفترة التزامنية للارسال simultaneous.




فوائد هيكلية الخط:

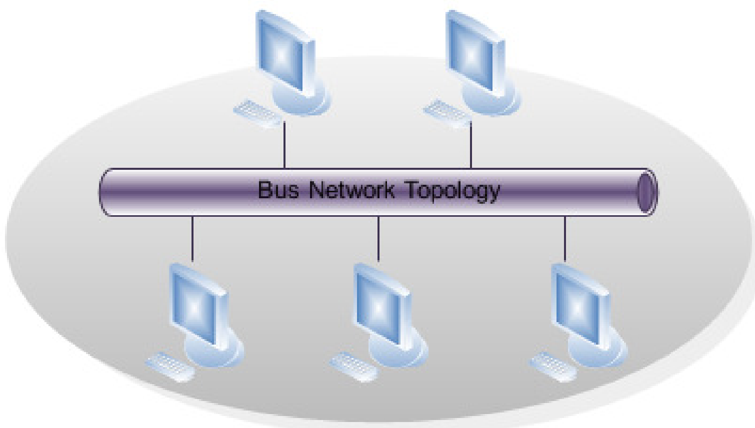
١- تستخدم هذه الطريقة اقل قدر من الكوابل مقارنة مع الهيكليات الاخرى، كما انها تعتبر الهيكلية الاسهل في التنظيم.
٢- ان العقد مرتبطة الى الخط بحيث يمكن اضافة او ازالة عقد جديدة بسهولة دون التاثير على بقية العقد.
٣- سهولة التنظيم و مرونته.

٤- يعتبر البث الموزع Broadcasting ميزة بالنسبة للانظمة التي يرسل فيها مرسل واحد الرئيسي Master الى مجموعة من المستلمين Slaves.
٥- يمكن عمل خطوط احتياطية Redundancy.

يعتبر هذا النظام الاكثر انتشارا في انظمة السكادا في مختلف المنشات و المصانع.

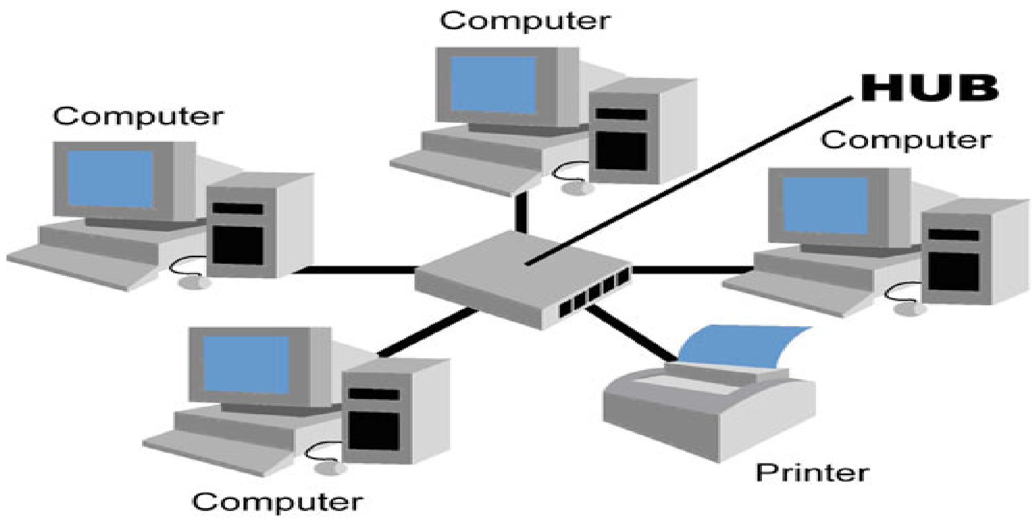
مساوىء هذا النظام:

١- من الممكن ان يكون هناك مشكلة في نظام الحماية Security و ذلك ان جميع العقد قادرة على رؤية الرسائل.
٢- من الصعب تتبع الاخطاء Faults troubleshooting لان العطل من الممكن ان يكون على اي مكان على طول الخط.
٣- لا يوجد الية لتبليغ المرسل ان الرسائل تم ايصالها، لانه يتم امتصاصها في اخر الخط.
٤- من الممكن ان يحصل حمل كثير Loading على الخط، بما انه الاداة الوحيدة لنقل البيانات.




### ٢) هيكلية النجمة Star Topology:

تتم هذه الطريقة بشبك مجموعة من العقد الى جهاز رئيسي مركزي، من الممكن ان يكون هذا الجهاز هاب Hub، اي فقط جهاز مركزي يستخدم كنقطة لتجمع التوصيلات. او قد يكون هذا الجهاز حاسوب مركزي يستخدم لتخزين الملفات.




مزايا هيكلية النجمة:

١- عملية تتبع الاعطال سهلة.
٢- من السهل اضافة و حذف العقد و ترتيب الكوابل.
٣- فشل عقدة معينة عن العمل لا يؤثر على باقي العقد.
٤- ان الهاب Hub الرئيسي معزول مما يسمح بمراقبة الحركة Traffic داخل الشبكة.

مساوىء هيكلية النجمة:

١- اذا حصل فشل في الهاب Hub ستتعطل الشبكة كلها، و هذا ما لا يسمح به في شبكات المصانع.
٢- تتطلب الكثير من الكوابل، و بما ان شبكات المصانع قد تمتد المنشات فيها على مسافات بعيدة، و لاهمية عدم حصول تشويش Distortion على الاشارة Signal، فان هذه الهيكلية غير مناسبة للاستخدام في شبكات المصانع.

### ٣) هيكلية الحلقة Ring Topology:

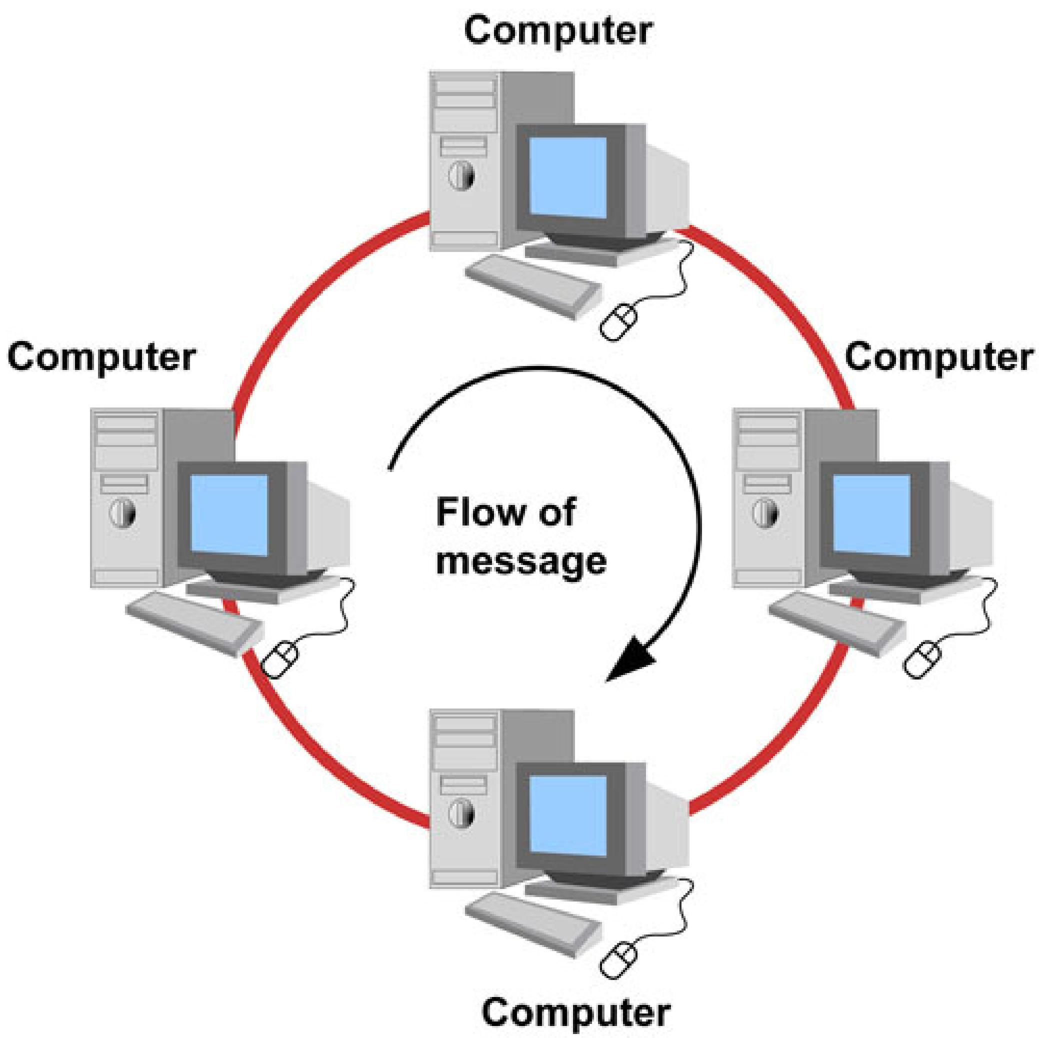
تتميز هذه الهيكلية بان الرسائل يتم انهائها عقدة بعقدة بترتيب ثابت، و كمثال عليها نظام نقطة-نقطة Point-Point، تكون العقد على شكل حلقة مغلقة بحيث ان العقدة الابتدائية هي الاخيرة في استلام البيانات.

ميزات هيكلية الحلقة:

١- تستخدم اقل قدر من الكوابل.
٢- لا تتطلب جهاز مركزي.
٣- يمكن التعرف على استلام الرسائل acknowledged بشكل الي.
٤- يمكن لكل عقدة ان تعيد توليد الاشارة.

مساوىء نظام الحلقة:

١- اذا فشلت عقدة عن العمل، فان النظام كله سينهار، و هو الامر الغير مسموح به في المصانع.
٢- من الصعب عملية تتبع الاعطال Troubleshooting و ذلك لان الاتصالات تتم باتجاه واحد فقط.
٣- من الصعب اضافة او حذف العقد، بل انه سيوقف عمل الشبكة.
٤- هناك تحديد للمسافة بين العقد.




تبين لنا مما سبق ان هيكلية الخط هي الهيكلية المستخدمة و الفعالة في انظمة السكادا و الاتصالات.

## نظام الوصول الى البيانات Media Access Methods

نظام الوصول الى البيانات يعنى بالطريقة التي تتم فيها تنظيم الحركة traffic داخل الشبكة، اي العقد له الاولوية بارسال الرسائل، و ماذا يحدث اذا حصل تصادم بين البيانات؟ هذه النقاط هي التي تحدد كفاءة الشبكة.

هناك العديد من الطرق، و سوف نتعرض الى ما يلي:

١) نظام التوصيل Connection System:الاساس هو نظام التوصيل الذي ياتي اولا يخدم اولا First-come-first-served، و هو يعمل بطريقة مشابهة للاتصالات بين البشر، فنحن نستمع قبل ان نتكلم.

اذا تكلم اثنان معا في نفس الوقت فسيدرك الاثنان انهما يجب ان يتوقفا، و من ثم يقومان بالتكلم فيما بعد، و هذا هو المبدا الذي يقوم عليه (CSMA/CD)، يتم في هذا النظام تحسس العقد التي ترغب في ارسال رسالة، و في حال حدوث تصادم فان جميع العقد ستتوقف عن الارسال لمدة معينة و من ثم تعيد الارسال.

٢) الترميز العابر Token passing:

في هذا النظام يتم ارسال البيانات من خلال ما يعرف بالترميز Token و هي مجموعة من البيانات، حسب تسلسل معين، عندما يصل الترميز الى عقدة ما يمكنها دخول الشبكة و الارسال لمدة زمنية محددة، قبل ان تقوم بارسال هذا الترميز الى عقدة اخرى.

يضمن هذا النظام لكل عقدة الدخول الى الشبكة و الارسال لمدة زمنية معينة، عادة ما تكون بالملي، و هذا بالخلاف مع النظام السابق حيث تتطال كل عقدة بحقها في الارسال، و تنجح تلك التي ارسلت اولا.

## الايثرنت Ethernet

الايثرنت تستخدم النظام CSMA/CD، و بالتالي يوجد هناك القليل من تباطؤ في النظام اذا تم تحميله، اما اذا تم تحميله بشكل كبير فان النظام سيفشل، تستخدم الايثرنت بشكل واسع بسبب رخص ثمن المعدات المستخدمة فيها، حيث لا يساوي ثمنها ١٠ % من ثمن معدات الترميز العابر Token Ring.

في الايثرنت لا يمكن وضع اولوية للرسائل المهمة، كما شرحنا سابقا،و معنى ذلك ان الانذار Alarm من ناحية و الرسائل غير المهمة من ناحية اخرى يتم ارسالها بنفس الاولوية، على الرغم من هذه المساوىء الا انها تستخدم في العمليات الصناعية بشكل واسع.

## انواع الايثرنت:

١) 10BASE-2:

كواكسيال كيبل رفيع (قطره ٠.٢٥ انش)، 10 Mbps، كيبل احادي، يمتد لمسافة ٢٠٠ متر.

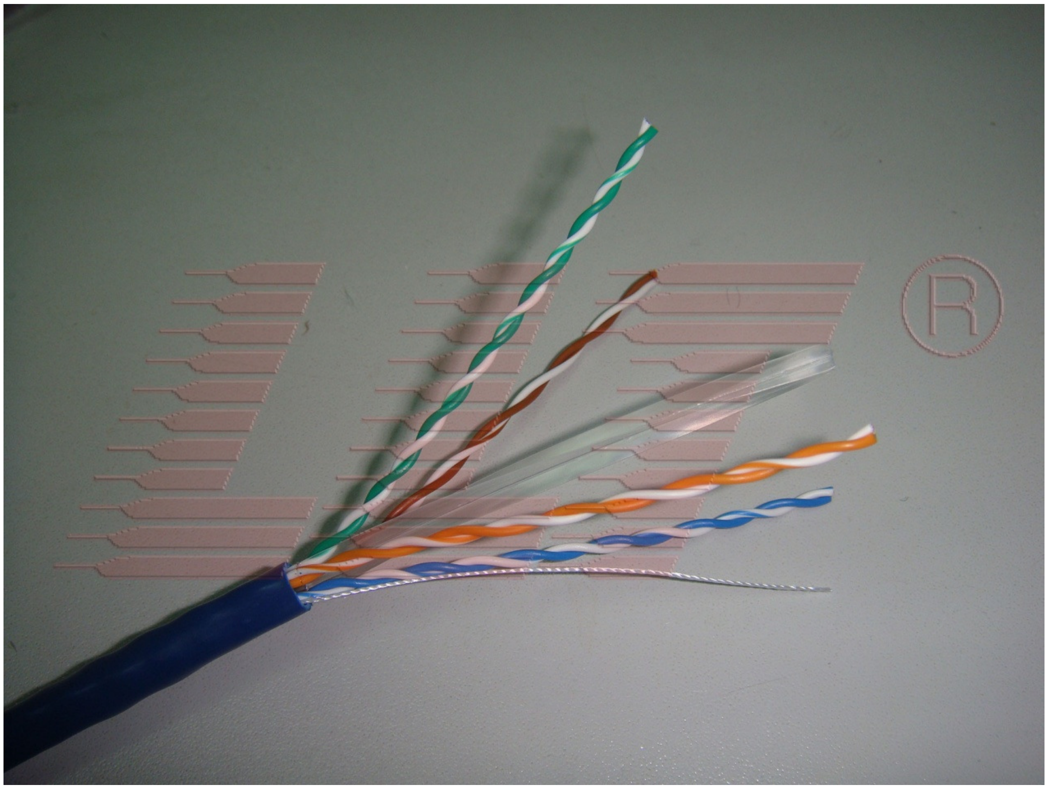
٢) 10BASE-5

كواكسيال كيبل ثخين (قطره ٠.٥ انش)، 10 Mbps، كيبل احادي، يمتد لمسافة ٥٠٠ متر.



٣) 10BASE-T

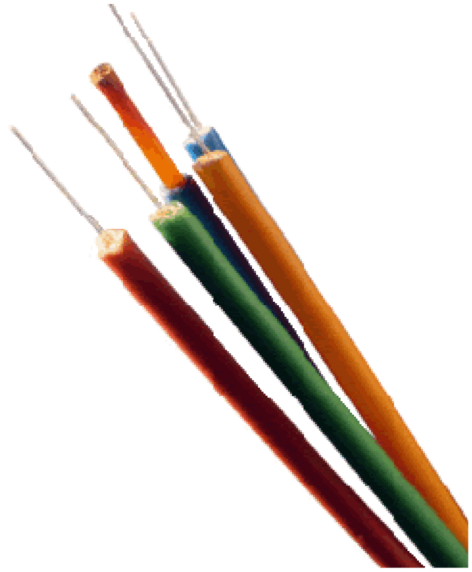
كيبل مجدول غيرمحمي unscreened twisted pair،القطر من ٠.٤ الى ٠.٦ ، السرعة 10 Mbps، كيبل ثنائي.





٤) 10BASE-F:

كيبل الياف ضوئية Optical Fiber.



## بروتوكول TCP\IP

حزمة أنظمة الانترنت هي بنية تصميمية تحدد مجموعة من الأنظمة المستخدمة للاتصال في الشبكات الحاسوبية. تقوم عليها شبكة الإنترنت العالمية حيث تؤمن التوافقية في ارتباط الشبكات المختلفة في ارجاء العالم مع بعضها البعض.

تسمى أحيانا بحزمة النظمTCP/IPوهو مختصر ل transmission control protocol/internet protocol وهي عبارة مجموعة بروتوكولات مرتبطة مع بعضها وتعمل معا.

للحزمة مايقابلها في نظام OSI. الفرق بين الإثنين يكمن في كون الأولى اخترعت لحل مشكلة واقعية في الاتصالات، أما OSI فهو نظري أكثر منه تطبيقي.

وكغيره من بروتوكولات الاتصال، فإن TCP/IP مؤلف من طبقات:طبقة IP هي المسؤولة عن نقل رزم البيانات من حاسب لآخر، حيث يقوم بروتوكول IP بإرسال كل رزمة بناءً على عنوان وجهة المعطيات المؤلف من أربعة بايتات، أو مايعرف برقم IP. وتقوم الهيئات المسؤولة عن الإنترنت بتعيين مجالات من هذه الأرقام لمختلف الشركات، وتقوم هذه الشركات بتعيين مجموعة من أرقامها لمختلف الأقسام.

### مميزات برتوكول TCP/IP:

- ليس تابعا أو مملوكاً من قبل شركة أو جمعية كما أقرت جمعية الإنترنت بكاملها استخدامه.

- يوجد فيه العديد من الخدمات لتوصيل أنظمة تشغيل غير متشابهة منها والتي تستخدم Application Program Interface(APT) والذي يجعل الاتصال بين حاسب وأخر لا يعتمد على نظام التشغيل المطبق في أي من الحاسبين
- بنية قياسية لا يتعلق بنوع ا لحاسب وتدعم تقنية الخادم المستخدم.
- إمكانية الدخول للإنترنت وبالتالي الوصول إلى قاعدة بيانات ضخمة حيث يعتبر هذا البروتوكول هو البنية الأساسية لشبكة الإنترنت.

## طبقـات بـروتـوكـول (TCP/IP):

الطبقات عبارة عن مجموعة من التوصيات التي تستخدم عند تصميم بينة الشبكة و تعتمد كل المصانع عند تصميم عتاد الشبكات على هذه الطبقات للقيام بامرين وهما :

- إتصال كل طبقة مع الاخرى.
- إعتماد كل طبقة على الطبقات الأخرى بدون ان يكون هناك تعامل حقيقي مع طريقة عمل كل طبقة .

ولتوضيح الطبقات عبارة عن مجموعة من البروتوكولات الموجوده في عدة مستويات كل طبقة تقوم بخدمة ما تقدمها للطبقة التي فوقها وتتطلب هي الخدمة من الطبقه التي تحتها.

و البروتوكول TCP/IP مكون من اربع طبقات وهي :

- Application
- Transport
- Internet
- Network Interface

وكل طبقه تتكون من عدد برتوكولات وتقوم بعمل محدد لخدمة الحواسيب في الشبكة وتمكينها من الإتصال عبر الشبكة .

ويبدأ الترتيب في الطبقات من تحت إلى أعلى وتكون طبقة Network Interface هي أول طبقة تتعامل مع الشبكة إذ تتلخص مهمتها في معرفة البنية المستخدمة في الشبكة هل هي Ethernet او Token-Ring.

اما طبقة Internet فهي مسؤولة عن عنونة الرزم من البيانات بواسطة IP.

وطبقة Transport فهي المسؤولة عن وصول الرزم المرسلة بواسطة طبقة Internet وتستخدم إما بروتوكول TCP او UDP.

وتبقى طبقة Application هي الطبقة المسؤولة عن التأكد من الترميز المرسل عبر الشبكة يستخدم نفس الأبجدية فمعظم الحواسيب تستخدم الترميز ASCII، ولكن يوجد بعض الحواسيب

التي تستخدم الترميز EBCDIC لأجهزة IBM، و أيضا هذه الطبقة مسؤولة عن البرامج المستخدمة في التعامل عبر الشبكة مثل البريد الأكتروني وبرامج قواعد البيانات.

إذا كما نلاحظ أن كل طبقة تقوم بخدمة مختلفة عن الأخرى وتقوم بعمل مهم يخدم مهمة الإرسال.

## مكونات البروتوكول TCP/IP:

١) البروتوكول TCP Transmission Control Protocol

كما نعلم أن البرتوكول TCP/IP مكون من بروتوكولات مختلفة كل منها له عمل أو خدمة يقدمها من أجل الإرسال عبر الشبكة وأول بروتوكول هو TCP وهو عبارة عن برتوكول يتحقق من وصول الإرسال Connection-based ويحتاج إلى أنشاء جلسة عمل قبل أرسال البيانات بين الحواسيب، كما يتأكد من أن جميع الرزم التي أرسلت قد تم إستقبالها من الجهاز الاخر وإذا لم تصل هذه الرزم يقوم TCP بإرسالها مره ثانية فاذا تم الإستلام يأخذ شهادة مصادقة ويقوم بإرسال الدفعه التالية، و هكذا.

كما يتفق الحاسبان على الطريقة الأصلح لتحديد كمية البيانات التي سوف يتم إرسالها في وقت واحد وعلى أرقام المصادقة التي سيتم إرسالها عند استلام البيانات وما هو الوقت المناسب لقطع الإتصال ... هذا ما يسمى إنشاء جلسة عمل، وكما ترى فإن هذا البروتوكول قد يسبب حملا زائدا عند إرسال كمية كبيرة من البيانات.

٢) البروتوكول UDP User Datagram Protocol

أما البرتوكول الثاني فهو UDP وهذا البرتوكول هو من نوع Noconnection-Based بمعنى الإتصال غير الموثق وهو لا ينشئ جلسة عمل بين الحواسيب أثناء الاتصال وهو لا يضمن وصول البينات مثل ما ارسلت به وهو عكس TCP، ولكن هذا البرتوكول له مميزات تجعل من المستحب إستخدامه في بعض الحالات مثل إرسال بيانات جماعية عامة،و الحاجة إلى السرعة.وتكمن سرعته في عدم حاجته إلى التحقق من دقه الإرسال، كما يستخدم في نقل الوسائط المتعدده مثل الصوت و اليفديو لانها لا تحتاج إلى دقه الوصول. ونستطيع أن نقول أن هذا البروتوكول ذو فاعلية كبيرة وسريع الأداء.

من أهم الاسباب التي أدت إلى إنشاء البروتوكول UDP أن الإرسال عبر هذا البروتوكول لا يتطلب إلا القليل من الحمل و الوقت إذ أن رزمة UDP لا تحتوي على كل المعطيات التي ذكرت مع البروتوكول TCP لمراقبة الإرسال .. لذلك سمى بروتوكول الإتصال غير الموثق.

٣) البروتوكول IP Internet Protocol

وهو يعد من أهم البروتوكولات لوجود عنصر العنونة الذي يستخدمه لإعطاء كل حاسب على الشبكة رقما خاصا به ويسمى عنوان انترنت IP Address وهو عنوان متفرد ليس له شبيه في النطاق الشبكي ويتميز IP بميزتين مهمتين وهي التوجيه و شطر الرزم و إعاده الرزم فالتوجيه

يقوم بفحص العنوان الموجود على الرزمه ويعطيه تصريح تجول في أرجاء الشبكة وهذا التصريح له مده محددة فإذا انتهت هذه الفترة الزمنية ذابت تلك الرزمه ولم تعد تسبب إزدحام داخل الشبكة.

٤) البروتوكول ICMP Internet Control Message Protocol

وهو مسؤول عن رسائل الاخطاء التي تتعلق بتامين وصول IP ويحتوي على رسائل من اشهرها التي تاتي مع الاداة Ping وهي رسالة EchoReqest و Echo Reply

٥) البروتوكول ARP Address Resolution Protocol

يقوم هذا البروتوكول بعمل مهم جدا وهو وصف وإرشاد خدمة IP عن العنوان الفيزيائي للعنوان المطلوب، اذ يقوم IP عند إستلام طلب الإتصال بحاسب ما بالتوجه الى خدمة ARP يعمل البروتوكول ARP بالبحث عن العنوان في ذاكرته فإذا وجده و كان العنوان لحاسب في شبكة بعيدة يقوم ARP بتوجيه IP إلى عنوان الموجه Router ثم يقوم هذا الموجه بتسليم الطلب ل ARP حتى يبحث عن العنوان الفيزيايئ لرقم ال IP.

يتعرف هذا البروتوكول على العنوان الفيزيايئ للحواسيب من خلال رقم كرت الشبكة، إذ ان كل كرت يصنع من المصانع المختللفة يكون له رقم فريد، فيحتفظ ARP بهذه الارقام في ذاكرته التي تشبه قاعدة البيانات لجميع الارقام الخاصة في محيط الشبكة ،، و يعتبرهذا البروتوكول من أدوت الفحص التي تستخدم في مراقبة الشبكة وتحديد بعض المشاكل .

## OSI Model

- هى مراحل تكون البيانات وتحركها من ال source device (الجهاز المرسل) إلى ال destination source ( الجهاز المستقبل ).

مع بدء التوسع فى مجال الشبكات تم الاجماع على أهمية التوحيد ووضع أساسات يعمل عليها كل من يريد التطوير فى مجال الشبكات حتى يكون هناك ما يسمى بال Standardization فتم تقسيم مراحل تخاطب أى جهازين الى سبع مراحل نظريه وهى ما تم تسميتها بال OSI MODELS .

من المهم فهم هذا النظام لانه مستخدم في جميع انظمة الاتصالات الخطية Bus Systems.

### ماهى مميزات ال OSI :

١- انها توفر توحيد قياس ثابت يستخدمه مطورو أجهزة الهاردوير للشبكات .

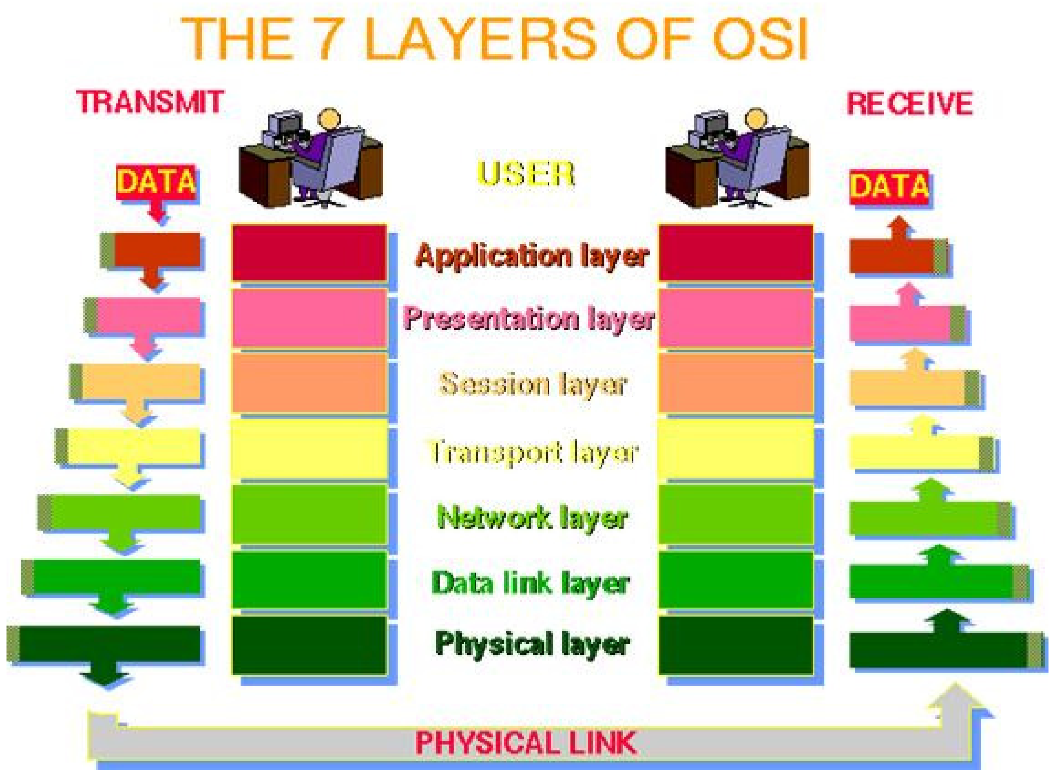
٢- توفر لمطورى برامج السوفت وير التركيز على طبقة واحدة والتى سيعمل عليها البرنامج أو اذا كان سيعمل على عدة طبقات مختلفة حسب الوظيفة التى سيقوم بها .
٣- تجعل عملية تطوير كل ما هو متعلق بالشبكات سريعة .

وظائف ال OSI Layers :

١) تستخدم فى حل المشاكل Troubleshooting

فمثلا مهندس الشبكات الناجح هو من يقوم باتباع هذه الطبقات فى حل المشاكل التى قد يوجهها فى شبكته بأن يبدأ ال troubleshooting من ال physical layer ثم الصعود الى أعلى، وذلك يوفر عليه مجهود كبير قد يستغرقه مهندس أخر يعمل بعشوائيه للوصول لسبب المشكله.

٢) معرفة كيفية تكون البيانات وما هو شكلها فى كل مرحلة Encapsulations .




طبقات ال OSI Model:

١- الطبقة الفيزيائية Physical Layer

- هى المرحلة المادية أو المحسوسة وهى تمثل كل من كروت الشبكة والمودم والكابلات المستخدمة فى الشبكة، وهى التى يتم فيها تحويل البيانات إلى إشارات كهربائية ووضعها على الكابلات ويقوم بذلك كل من كرت الشبكة أو المودم.

والمكونات التى تعمل فى هذة الطبقة هي الكابلات وال HUB وال Repeaters، فما هى إلا وسيط لنقل البيانات ولاتقوم بأى تعديل على البيانات أو عمل إضافات عليها.

وتكون البيانات فى هذه المرحلة على شكل Bits أو نبضات كهربائيه.

## ٢- طبقة ربط البيانات Data Link Layer

وتم تقسيمها إلى LLC( Logical Link Control)

ويتم فيها تحويل ال Bits إلى Bytes ثم تحويلها الى Frames، يتحدد نوع وحجم ال Frame حسب ال Logical Network Topology والمقصود بها طريقة تخاطب الأجهزه هل تستخدم ال Token ring مثلا أم الطريقة الشائعه star.

MAC (Media Access Control)

يتم فى هذه المرحلة وضع ال Mac Address الخاص بكرت الشبكة وهو متفرد ولا يتكرر فى أى جهاز إلى ال Frame، وأيضا بحث طريقة وضع البيانات على الكابل، حيث ان هناك طريقتان: CSMA/CD أو CSMA/CA، وبإختصار دون الدخول فى التفاصيل هى الطريقه التى تستخدم لوضع البيانات على الكابل بطريقه لاتتعارض مع وضع جهاز اخر فى نفس الوقت.

بعض البروتوكولات التى تعمل فى هذة المرحلة

- LAN protocols: 802.2 (LLC), 802.3 (Ethernet), 802.5 (Token Ring), (802.11 (Wireless
- WAN protocols: HDLC, PPP, Frame Relay, ISDN, ATM

## ٣- طبقة الشبكات Network Layer

وهى المرحلة التى يتم فيها توفير ال Logical Address وهو ال IP ووضعه فى ال Packets أو حزمة البيانات وهنا يتم إضافة ال IP الخاص بالجهاز المرسل والجهاز الاخر المرسل اليه، وايضا يتم تحديد المسار المستخدم لنقل البيانات وهى ما تسمى بال Routing طبقا للبروتوكول المستخدم بين الموجهات فى الشبكة.

وهذه بعض البروتوكولات المستخدمه فى هذه المرحله:

- IP

- IPX
- AppleTalk
- DECNE

### ٤- طبقة النقل Transport Layer

فى هذه المرحلة يتم تحديد إذا كان نوع التواصل (Reliable connection-oriented) أو (unreliable connectionless communications).

(Reliable connection-oriented) وهو التواصل الذى يتطلب الرد من كلا الطرفين من حيث ما اذا كانت البيانات قد تم نقلها بشكل صحيح متكامل أم لا، وهو ما يتطلب ال acknowledgment أي ان الجهاز المستقبل يبلغ المرسل بانه قد تسلم البيانات هى كامله أم لا، ومن الامثلة على ذلك هو بروتوكول TCP/IP.

unreliable (connectionless) communications وهو التواصل الذى لا يتطلب الرد من كلا الطرفين وهو مايستخدم فى حالة الارسال الجماعى Broadcast ولايطلب الرد من المستقبلين.

### ٥- طبقة الجلسات Session Layer

هذه الطبقة هى المسئولة عن الحفاظ على sessions أو الطرق المفتوحه من التواصل فى وقت واحد، بمعنى أكثر للتوضيح أنت مثلا تعمل على الماسنجر وتتحدث مع صديق وفى نفس الوقت تقوم بعمل داونلود وايضا تتصفح باللاكسبلورر كل ذلك فى نفس الوقت هذة الطبقة هى المسئولة عن الحفاظ على ال session المفتوحه لكل تطبيق على حدة فى نفس الوقت.

### ٦. طبقة العروض Presentation Layer

وهى المرحلة التى يتم فيها تحديد نوع وطبيعة البيانات المرسله هل هى **** او صور أو ملفات مضغوطه أم ملفات صوت و صوره وهل هى مشفره أم لا، من الامثلة على ذلك:

- JPEG, BMP, TIFF, PICT
- MPEG, WMV, AVI
- ASCII, EBCDIC
- MIDI, WAV

### ٧- طبقة التطبيقات Application Layer

وهى مرحلة التطبيقات المستخدمه وطريقة تواصل المستخدم مع الجهاز أو ال user interface مثل المتصفح أو الماسنجر أو برنامج يقوم بعمل داونلود أو اى برنامج تستخدمه ويقوم بعمل تفاعل مع الشبكه ويتم هنا تحديد نوع البروتوكول حسب البرنامج والبروتوكول الذى يعمل عليه مثل:

- HTTP
- Telnet
- FTP
- TFTP
- SNMP

## اجهزة التوصيل في الشبكات

من المعروف ان شبكات ال LAN محدودة المسافة، و لذلك تستخدم العديد من الاجهزة لزيادة هذه المسافة و للتحكم بالشبكة، و التي غالبا ما نراها في انظمة السكادا.

### المكرر :Repeaters

تتعرَّض الإشارة أثناء عملية الإرسال للتشويش والتشويه عبر خطوط النقل، مما ولَّد الحاجة إلى تصميم جهاز يدعى المكرِّر (repeater) يستخدم لإنعاش الإشارة المرسلة عبر الشبكة، بحيث تبقى قوية عند وصولها إلى محطات العمل المستقبِلة لها. ويوجد نوعان من هذه المكرِّرات: تواصلي (analog) يضخِّم الإشارة وحسب، ورقمي (digital) يعيد بناء الإشارة لتصبح قريبة جداً من الأصلية.

### الموزِّع الشبكي (hub):

تتصل أجهزة الكمبيوتر في معظم أنواع الشبكات المحلية- عدا شبكات إيثرنت التي تستخدم كوابل محورية (coaxial cables)- بجهاز يقوم بدور نقطة وصل مركزية بين أجهزة الشبكة، وهو يدعى الموزع الشبكي (hub)، ووظيفته هي ربط قِطِع الشبكة (segments) ببعضها.

ومن أنواع الموزِّعات:

- الموزِّع المنفعِل (passive hub): يمرر هذا النوع الإشارات الواردة من القطع (segments) المختلفة للشبكة، وتستطيع جميع الأجهزة الموصولة معه استقبال حزم (packets) المعلومات المارة عبره.

•الموزِّع الفاعل (active hub): يحوي هذا الموزِّع أجزاء إلكترونية تعيد توليد (regenerate) الإشارات المارة في الشبكة. وتكمن فائدته في زيادة معوِّلية الشبكة، والسماح بمسافات أكبر بين أجهزتها. ويوجد منه نوع محسَّن يُدعى الموزع الشبكي الذكي ( intelligent hub).




المبدل Switch:

المبدل Switch هو جهاز من أدوات الشبكة يحتوى على عدد من المداخل Ports، بعض هذه المحولات تحتوى على ٢٤ بورت وبعضها يحتوى على ١٢ مدخل ، والبعض أكثر من ذلك ، وكل بورت يتصل به جهاز واحد أى أن السويتش الذى عدد المداخل فيه ٢٤ يستطيع ان نصل به ٢٤ جهاز بين أجهزة عادية أو خوادم servers.

يقوم المبدل بتوزيع السرعة أو الBandwidth بين أجهزة الشبكة ، كل جهاز يحتوي بداخله على كرت شبكة، وكل كرت شبكة يحتوي على رقم لا يمكن أن يتغير أبدا وهو MAC Address ، وكذلك لا يمكن ان يتكرر ابدا، فاذا كان لديك ٢٠ جهازمثلا على الشبكة، و اراد جهاز رقم ١ بارسال رسالة الى جهاز رقم ٢٠ ، يقوم جهاز رقم ١ بارسال الرسالة الى جميع الاجهزة وهذه الطريقة تسمى Broadcast أو البث المباشر حيث يعمل جهاز المبدل على وضع عنوان كرت الشبكة للجهاز رقم ١ في جدول لديه اسمه MAC address TABLE، فإذا استجاب الجهاز رقم ٢٠ يأخذ عنوان كرت الشبكة الخاص بالجهاز رقم ٢٠ ويضعه في نفس الجدول.

فإذا أراد جهاز رقم ١ إرسال رسالة إلى جهاز رقم ٢٠ مرة أخرى يتم إرسالها بطريقة سريعة جدا بدون ان يحدث تزاحم للشبكة لأن الاجهزة سبق وأن سجلت في الجدول.

كل الاجهزة على هذه الشبكة تعمل بنفس الطريقة حتى يملأ الجدول بجميع عناوين الاجهزة. وبهذه الطريقة يكون الاتصال لديك سريع جدا ولا يكون لديك مجال التصادمات collision domains.

يقسم المبدل مجال التصادمات لكل جهاز له مجال تصادم خاص به وبذلك لا يتصادم مع جهاز أخر.




## الجسر Bridge:

يعمل هذا الجهاز على ربط شبكتي LAN ببعضهما بحيث يعملان كشبكة واحدة، ينشيء هذا الجهاز جدول توجية routing table يتضمن العناوين الفعلية للاجهزة، يحدد هذا الجدول الوجهة الصحيحة للرسالة المارة فيها. كما يستخدم هذا الجهاز في الحد من تدفق البيانات عبر الشبكة وازدحامها بالرسائل

انواع اجهزة ال bridge :-

Transparent Bridge

سريع جدا في نقل ال data لانة لا يقوم بعملية CRC وهي عملية تاكد خلو البيانت من الاخطاء،كما انه رخيص الثمن.

Mixed Media Bridge

يعمل على التاكد من خلو البيانات من الاخطاء عن طريق CRC ولذلك فهو امن، ويتميز ببطء نقل البيانت بعض الشيء ولكنة المفضل في الاستخدام.

Local Bridge

بيربط بين شبكتين واحدة في غرفة مثلا مع شبكة في غرفة اخرى ( غرفة-مع-غرفة).

Remote Bridge

بيربط بين شبكة في مبنى مع شبكة في مبنى اخر (مبنى-مع-مبنى).

## الموجه Router:

يقوم جهاز الموجه بإرسال وتوجيه الحزم الإليكترونية Packets إلى اجهزة الاستقبال وتعد مهمته الأساسية هي تحديد الطريق السليم الذي ستعبر منه هذه الحزم لجهة المستقبل، يحتوي جهاز الموجه على سوفت وير مخصص لهذه العملية بجانب مزايا وخدمات اخرى.

يقوم الراوتر بتوصيل شبكتين او اكثر غير متقاربتين او متقاربتين (مثل على ذلك شبكة في امريكا وشبكة في مصر) مع بعضهم البعض وذلك من خلال معرفة المسار الذي يؤدي إلى الموجه الاخر وذلك من خلال عدة موجهات اخرى!

يوجد نوعان من الموجهات:

١- موجه يعرف ويحدد المسارات التي سوف يتخذها للوصول للطرف الأأخر.

٢- موجه يقوم بإرسال الحزم إلى المسار القادم مباشرة بدون تحديد مسار أفضل

بالطبع هناك مسارات افضل من الاخرى (اي اقصر او توفر وقتاً) فإذا قلنا ان هناك بيننا وبين دولة فرنسا ٥٠ موجه كلاً واصلين تلو الاخر (وهذا ما يحدث في الحقيقة) كلاً من هذه الموجهات موجود في مدن عدة منها اقرب ومنها ابعد - يقوم الموجه لدينا بالتحدث مع الموجه الذي يليه وبالتالي يرسل للذي يليه وهكذا حتى يحدد اقرب طريق (وهذه طريقة واحدة من عدة طرق) وبهذا يحدد اي مسار افضل واذا كان هناك مسار مشغول يمكن ان يتجنبه عن طريق مسار اخر.



## البوابة Gateway:

يعتبر هذا الجهاز من اذكى اجهزة ربط الشبكات ويعمل في كل مستويات OSI Model وهو جهاز لا يعرفة الكثير ولكن استخداماتة في غاية الاهمية هو جهاز يربط بين شبكتين مختلفتين كليا حيث يعمل هو كمترجم او وسيط بين الشبكتين.

ملحوظة هامة :-

تعد بوابة الاتصال جهازا او برنامجا يتم من خلالها وصل شبكتين تستخدمان بروتوكولات مختلفة وفيما يلي اكثر انواع بوابات الاتصال شيوعا.

وعموما ينقسم ال Gateway الى قسمين:-

١- البوابة الخارجية External Gateway:

يربط بين شبكات مختلفة كليا في البنية مثل ربط شبكة كمبيوتر بشبكة موبيل بشبكة تليفونات ارضية (مثل تقنية Voice over IP).

٢- البوابة الداخلية Internal Gateway:

مثل الحواسيب التي تربط الشبكة الداخلية لمزودي خدمات الانترنت Internet Service Provider.




و بذلك نكون انتهينا من هذا الفصل، و ان شاء الله نكون غطينا الاجهزة و البروتوكولات المستخدمة في انظمة السكادا و التي نسمع عنها دائما، و نتمكن ان نتعامل معها.

اعداد: عبدالرحمن مصلح

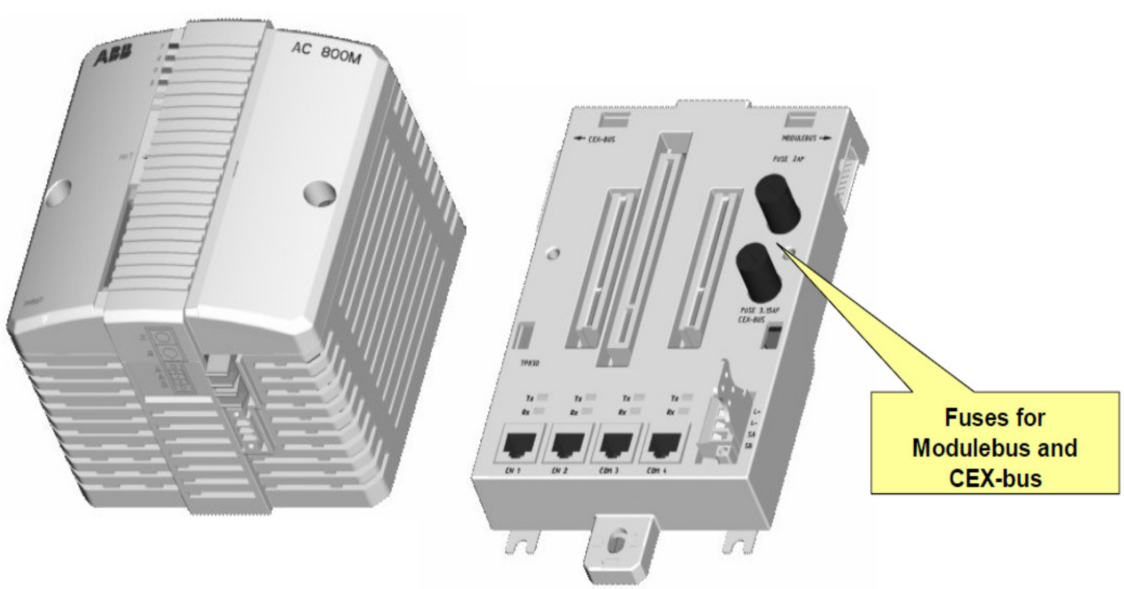
## الفصل الثالث: الهاردوير الخاص بانظمة السكادا

سيتم في هذا الفصل التعرض الى ما يلي:

- وحدات المعالجة المركزية.
- المداخل التشابهية.
- المخارج التشابهية.
- مداخل العدادات.
- المداخل الرقمية.
- المخارج الرقمية.
- واجهات الاتصال.
- مزودات الطاقة.
- الكوابل المستخدمة في الاتصال.

## وحدات المعالجة المركزية

وحدات المعالجة المركية هي غالبا الدماغ المفكر و المسؤول عن المنطق logic الخاص بالمصنع، بما يشمل العمليات الحسابية و المنطقية، و هي غالبا معالجات المتوفر منها حاليا من 32-64 بت، و وصلت سرعتها الى 96 MHz، و حجم الذاكرة 8 MB-32 MB، يمثل الشكل التالي ال CPU الخاصة بانظمة ABB.




CPU Baseplate

كما تجتوي هذه المعالجات في الغالب على مداخل خاصة بالاتصالات Communication ports، مثل:

- مدخل ال COM.
- مدخل ال RS 232.
- مدخل ال RS 485.
- مدخل ال Ethernet.

و التي سيتم شرحها في فصول لاحقة، تعتبر هذه المداخل واجهة من اجل توصيل ادوات خاصة بتتبع الاعطال، و تعتبر واجهة للمحطة الرئيسية للتشغيل Operator Station، كما يمكن استخدامها في بعض الاحيان للتوصيل مع وحدات المداخل و المخارج.

دائما ما يوجد على هذه الوحدات LEDs خاصة بالاخطاء و الانذارات التي من الممكن ان تحصل في النظام، بالاضافة الى تعطل ال CPU او فشل البطارية الخاصة بها.

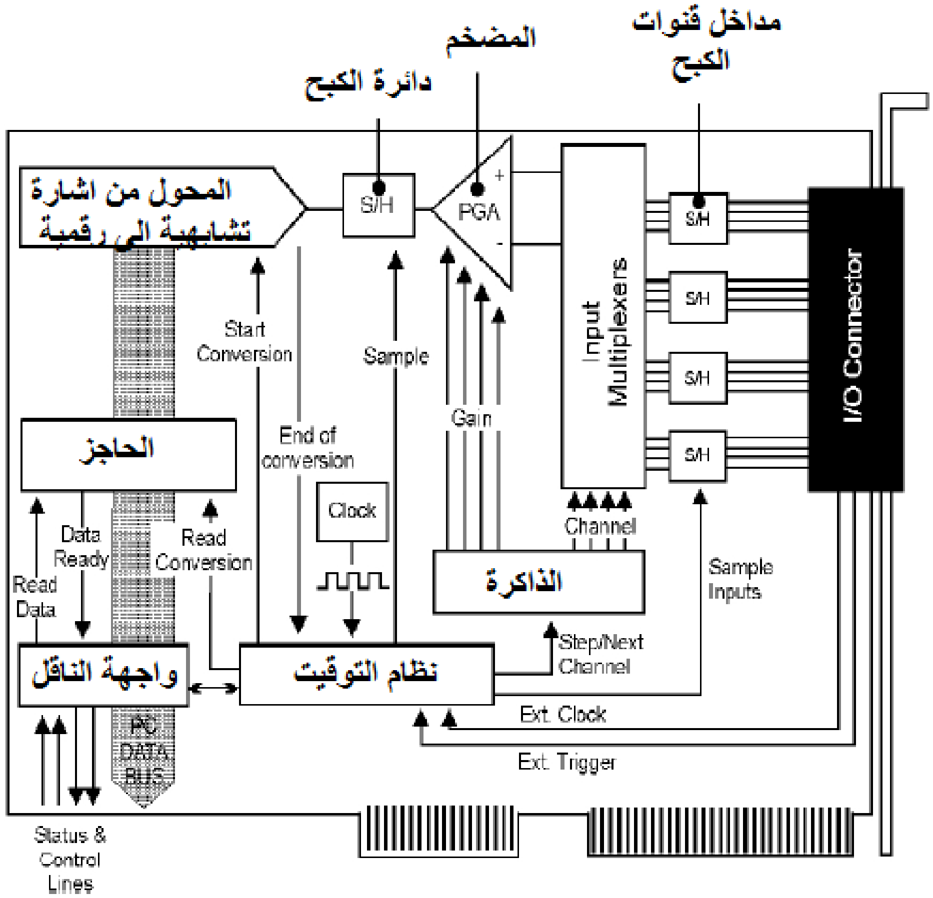
من المفترض ان يكون النظام محتويا على UPS خاص بتزويد الطاقة في حال انقطاع التيار الكهربائي حماية للاشخاص و الالات، في حالة الانظمة الصغيرة يمكن الاعتماد على البطارية الخاصة بال CPU و لكن يجب التاكد من صلاحيتها بشكل دوري.

## وحدات المداخل التشابهية Analogue Input Units

تتكون هذه الوحدات من خمس مكونات رئيسية:

- المدخل Multiplexer.
- مضخم اشارة المدخل Amplifier.
- دائرة الكبح Hold Circuit.
- المحول من اشارة تشابهية الى اشارة رقمية.
- واجهة الناقل Bus Interface و دائرة المؤقت.

يوضح الشكل التالي مخططا لاحدى وحدات المداخل التشابهية:




## المدخل Multiplexer:

هو جهاز يعمل كواجهة تحويل بين عدة مداخل تشابهية (عادة ١٦ مدخل) الى المخارج بحيث يتم تفعيل كل مدخل حسب تتابع معين. عادة ما يذهب المخرج الى محول A/D لالغاء الحاجة الى محول خاص لكل مدخل.

## المضخم Amplifier:

للتمكن من قراءة الاشارة القادمة من المداخل التشابهية لا بد من تضخيمها للحصول على الدقة اللازمة، بعض الكروت تحتوي على مضخمات داخلية، فيما يسمح بعضها الاخر للمستخدم في اختيار المدى Gain للتضخيم من خلال Software معين.

## دائرة الكبح Hold Circuit:

اغلب محولات A/D تحتاج الى زمن ثابت للتحويل يطلق عليه زمن الانطلاق Aperture Time، و ذلك بسبب الحسابات التي تتم داخل المحول، اذا تغيرت الاشارة خلال هذا الزمن فلا بد من دائرة لتثبيت القيمة الداخلة الى المحول خلال زمن كافي ليقوم بعملية التحويل.

### المحول من اشارة تشابهية الى اشارة رقمية A/D Converter:

و هو اهم اداة داخل الوحدة، و هو يعمل على التحويل من اشارة تشابهية الى رقمية للتعامل معها من خلال وحدة المعالجة المركزية CPU، و لذلك فعند التعامل مع اشارات تشابهية لا حاجة لتحويلها الى رقمية، لان وحدات المداخل التشابهية تقوم بذلك من تلقاء نفسها.

### واجهة الناقل Bus Interface و دائرة المؤقت:

واجهة الناقل توفر الالية التي يتم من خلالها نقل البيانات عبر الكرت الى ذاكرة الحاسوب، و لارسال اي اعدادات مثل قيمة المدى Gain Chanel، او اي اوامر اخرى الى الكرت. من الممكن ان تكون الواجهة 32,64 Bit Interface، و يجب ان تكون متوافقة مع وحدة المعالجة المركزية.

### طرق الشبك:

من الضروري عند التعامل مع وحدات مداخل التشابهية الحذر عند شبك الكوابل الخاصة بالحساسات او الاجهزة المشابهة (التي يتم التعامل معها من خلال الاشارة مثل بلف التحكم Control Valve). و الا فستظهر مجموعة من الاخطاء سواء في الجهاز او في دقة القياس.

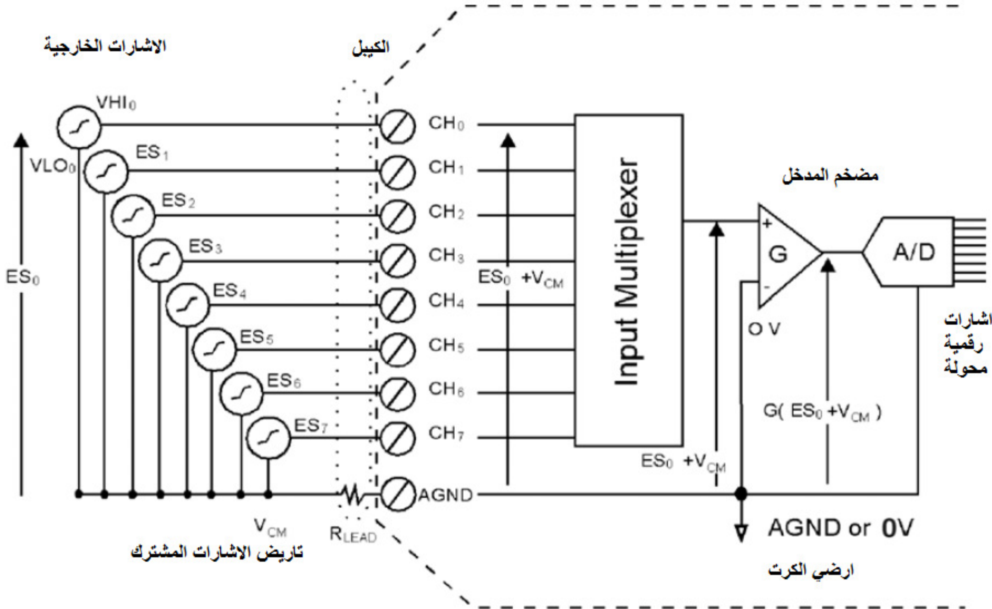
هناك طريقتين لربط الاجهزة و الحساسات الى وحدات المداخل التشايهية، قبل التعرض اليهما لا بد من الاخذ بعين الاعتبار الملاحظات التالية:

- كل الاشارات يتم قياسها نسبة الى الارضي الخاص بالكرت التشابهي، AGND و الذي هو عبارة عن 0 V.
- HI و LO يشيران الى مدخل الاشارة التشابهية، حيث ان LO هو مرجعية الاشارة، اما ال HI فهو قيمة الاشارة، اما Esn فتمثل قيمة الاشارة (VHIn-VLOn)، و n هو رقم المدخل Channel المشبوكة عليه الاشارة، اي ان الاشارات التشابهية بحاجة الى سلكين ليتم ربطها.
- AMP LO هو المدخل المرجعي للمضخم الفرقي الخاص بالكرت، و هو يختلف عن AGND، و لكن من الممكن ربطهما معا.
- بسبب مقاومة اطراف التوصيل، فان الارضي عند مصدر الاشارة البعيد يكون على فرق جهد مختلف عن الارضي AGND، و هذا ما يطلق عليه فولتية الوضع المشترك Common Mode Voltage Vcm، في الحالة المثالية فان Vcm تكون صفر، و لكن ذلك لا ينطبق على الحياة الواقعية، و لذلك فان فولتية الكرت هي Es+Vcm.

### اولا: المداخل الفردية:

هذا النوع من الكروت يتم شبك سلك واحد فقط على كل مدخل، و هو المصدر HI، فيما يتم شبك ما اطراف ال LO الى المشترك Common و يتم شبكها الى AGND، هذا النوع من التوصيل يعاني من مشكلة Common Mode Voltage، و هو حساس بشكل كبير الى

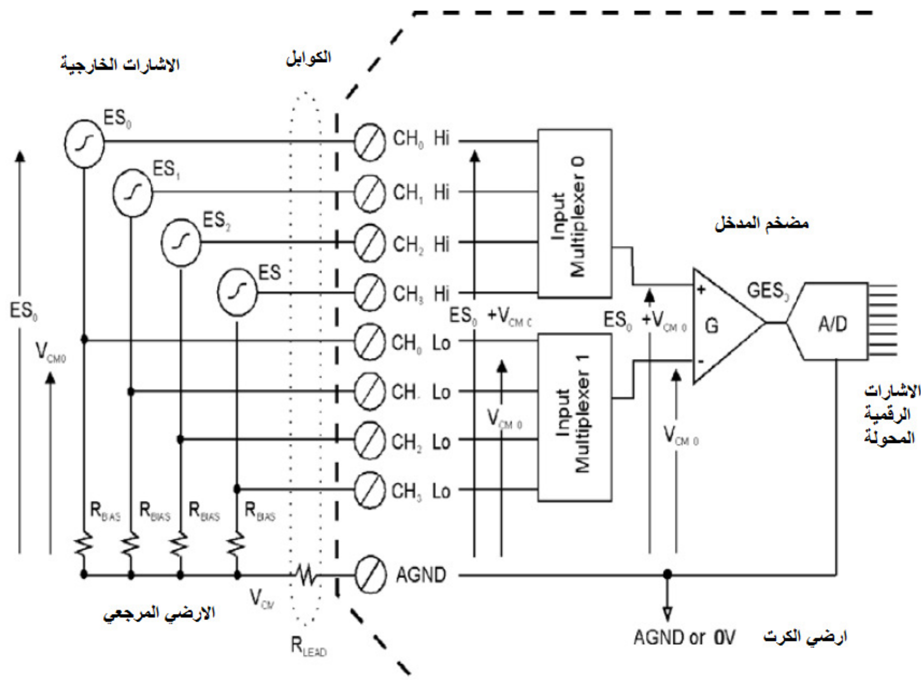
الضجيج Noise، و هو غير مناسب للتوصيلات التي تتجاوز ال 0.5 M. اما ميزات هذه الطريقة فتتمثل في انها تسمح باستخدام اكبر عدد من المداخل، و سهلة التوصيل.




## ثانيا: المداخل الفرقية:

تمثل المداخل الفرقية الحصانة الامثل ضد الضجيج Noise، و يجب ايضا استخدام هذا النظام عند شبك الحساسات و الاجهزة البعيدة عن بعضها، و التي لا يمكن ان نشبكها على نفس الارضي، في هذه الطريقة يتم توصيل الفولتية المرجعية المشتركة الخاصة بكل قناة الى الطرف السالب للمضخم كما هو مبين في الشكل، و بالتالي يتم طرح ال Vcmn الفردية في كل قراءة، اي انه بغض النظر عن الاشارة المؤثرة على القيمة الحقيقية فانه سيتم طرحها، و تبقى القيمة الحقيقية للاشارة.

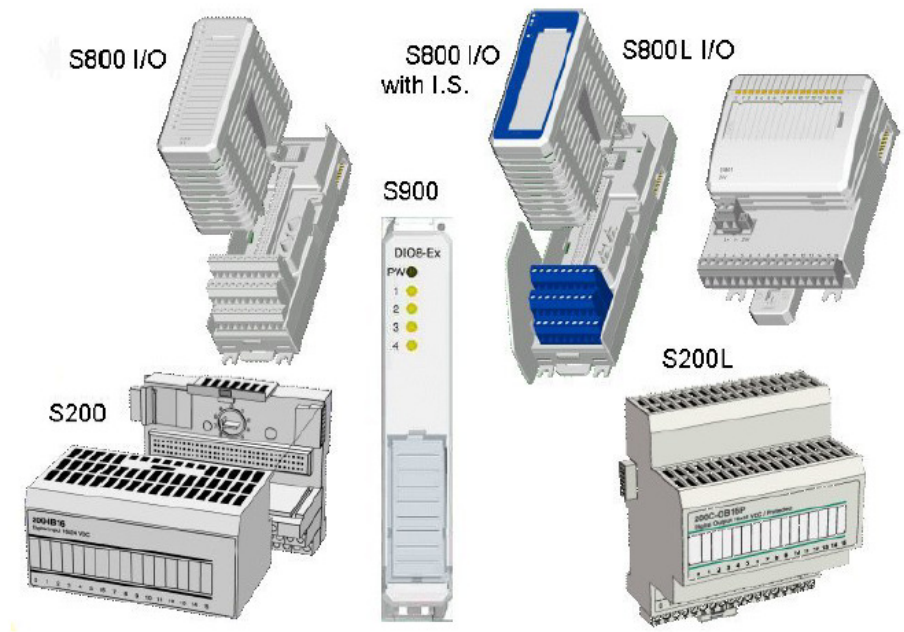
الا ان هذا النظام يحتوي على عدد اقل من المداخل channels و يتطلب تعقيدا اكبر في شبك الاسلاك.




## بعض الامثلة على وحدات المداخل التشابهية:

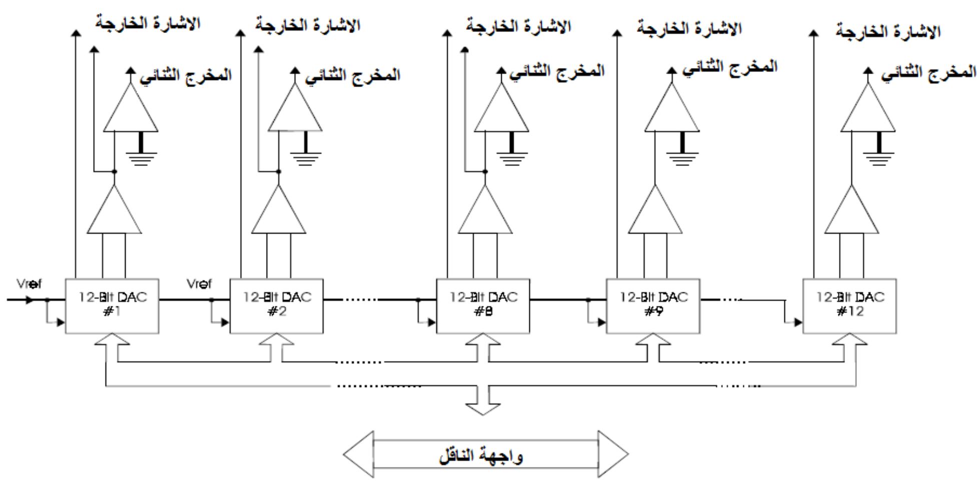
- الوحدات ذات ال ٨ مداخل ABB AI801، و التي يمكن شبك اشارات 4-20mA، او 0-20 mA. وذلك حسب الاطراف التي تشبك عليها، فمثلا هناك ٣ اطراف A,B,C. C المرجعي Return، فلو شبكت على A فيجب ان تكون اشارة الحساس من 4-20 mA، اما اذا شبكت على B فيجب ان تكون اشارة الحساس من 0-20 mA، و هكذا.
- الوحدات ذات ال ٨ مداخل ABB AI810، يمكن شبك اشارات من 4-20 mA، او من 0-20 mA، او من 0-10 V، او من 2-10 V.
- الوحدات ذات ال ٤ مداخل AI 820، يمكن شبك اشارات من 20 mA – 20-، او من 4-20 mA، او من 0-20 mA. او ما يطلق عليخ اشارات TTL من 0-5 V، او من 1- 5 V، او من 10 V – 10-.
- بعض الحساسات مثل ال Thermocouple تعمل على تغيير الظاهرة الفيزيائية و هي الحرارة الى مقاومة كهربائية، و للحصول على الاشارة المناسبة لا بد من ما يطلق عليه بكرت ال Converter، او استخدام الوحدات ذات ال ٨ مداخل ABB AI825، و التي من الممكن ان تشبك عليها ال Thermocouple مباشرة، او ال Pt 100.

ان هذه بعض الامثلة على وحدات المداخل التشابهية المتوافرة، و من الضروري ان نعرف ان اغلب الشركات الخاصة بالاوتوميشن تعمل بنفس الطريقة، فهي توفر مجموعة من الانواع لمختلف التطبيقات، فيجب الانتباه الى توع الاشارة التي يتم شبكها.




## وحدات المخارج التشابهية

كما هو الحال في وحدات المداخل التشابهية، يتوفر عدد كبير من الخيارت فيما يتعلق بوحدات المخارج التشابهية، هذه الاشارات من الممكن ان تكون متحكمة ببلف التحكم Control Valve او مخمد السيرفو Servo Damper او البلف التناظري Proportional Valve.




و كما يبين الشكل السابق فان هذه الوحدات تعمل بشكل مشابه لوحدات المداخل التشابهية، حيث تتعرض الاشارة الرقمية القادمة من وحدة المعالجة المركزية الى التحويل الى اشارة تشابهية يتم تضخيمها بالاضافة الى وجود Buffer لحفظ الاشارة.

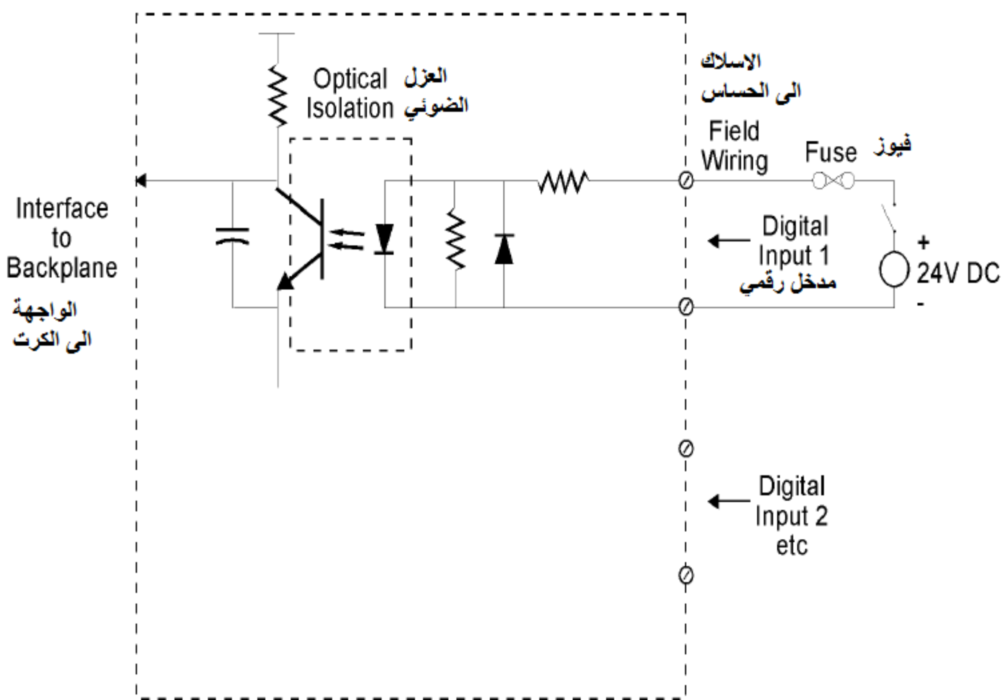
## وحدات المداخل الرقمية

من الامثلة على المداخل الرقمية عدد كبير من الحساسات التي تعمل كمبدلات Switches و التي تعطي اشارة 0 او 1، مثل مبدلات الضغط و التدفق و المستوى، فمثلا من الممكن استخدام حساسي مستوى من نوع المبدلات لمعرفة ما اذا كان خزان قد وصل الى حده الاقصى او حده الادنى.

كما ان اشارات المرجعية feedback تعتبر كذلك من الامثلة على مثل هذه الاشارات، مثل اشارة رقمية من كونتاكتر تشير فعليا الا انه قد اغلق، او اشارة من Limit Switch عدد اثنين موضوعان على بلف لمعرفة ما اذا كان البلف قد اغلق فعليا او فتح.

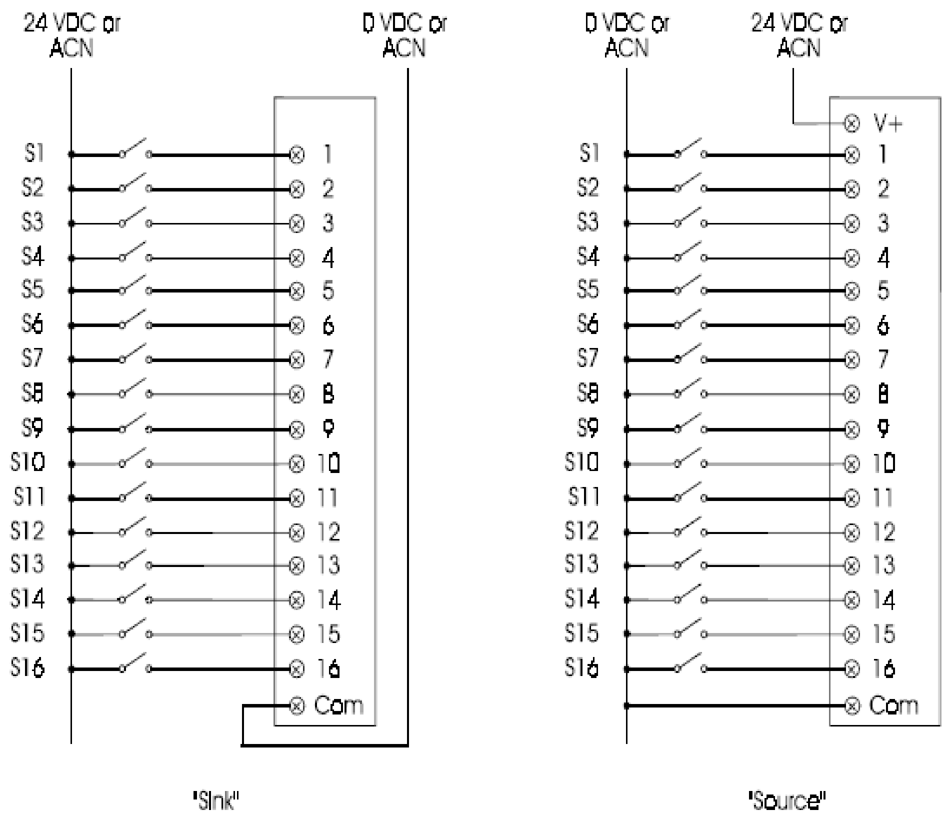
توفر معظم الكروت الخاصة بوحدات المداخل الرقمية من 8، 16 الى 32 مدخل لكل كرت، يجب الانتباه الى مصدر الطاقة Power Supply الخاصة بهذه الكروت، و التي غالبا ما تكون 24 V DC، و يتم عادة استخدام المرحلات Relays، للتحويل من ال 220 V AC الى 24 V DC.

عادة ما يستخدم العزل الضوئي Optical Isolation على كل من المداخل الرقمية، و ذلك حماية لهذه الوحدات من خطر دائرة القصر short circuit، فما يحصل على الحساس المربوط لا يؤثر على الوحدة، فاذا حصل عطل في احدى المداخل فمن الضروري ان لا يؤثر على المداخل الاخرى او على CPU.



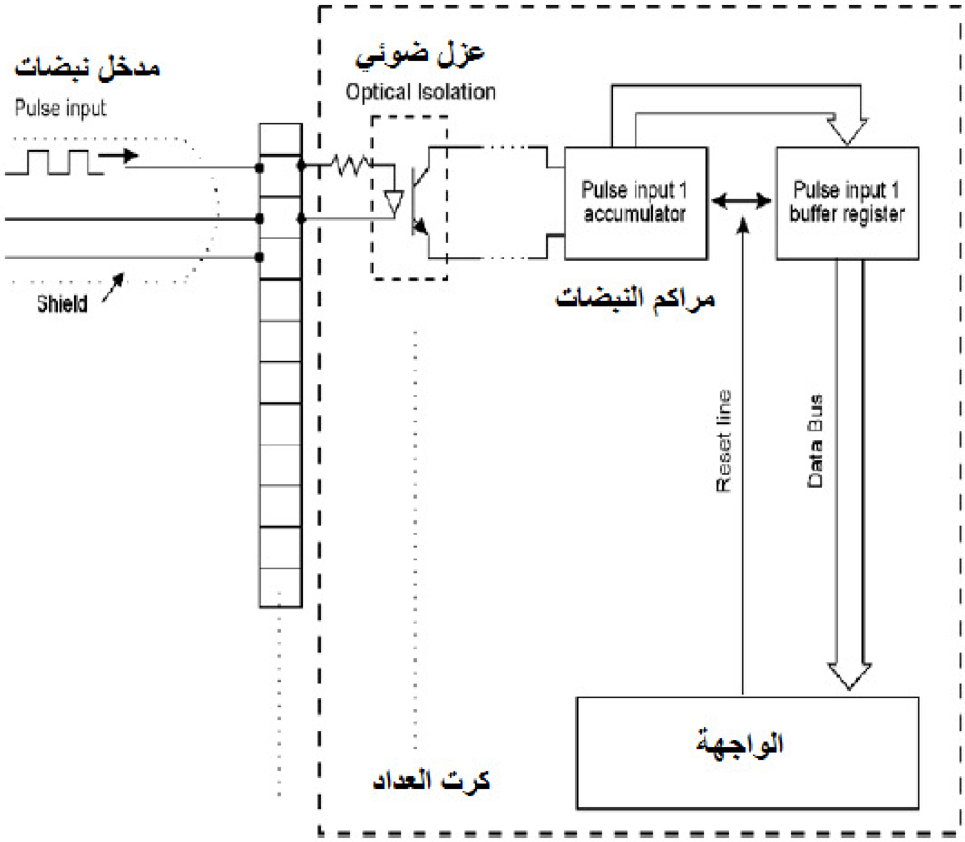
من الممكن شبك الوحدات اما Source او Sink كما هو مبين في الشكل، لاحظ دائما ان ال Source هو الذي يعطي الطاقة للحساس و يربط فيه ال V+ بمصدر الفولتية 24 V DC و يربط ال COM مع الحساسات.

اما ال Sink فياخذ طاقته من الحساس و يربط ال COM مع 0 V DC.




## وحدات المداخل الرقمية التراكمية

وحدات المداخل الرقمية التراكمية او العدادات، تستخدم هذه الوحدات في حالة وجود نبضات Pulses على المدخل مثل الانكودر، فعندما تكون كمية النبضات التي يعطيها بعض انواع الانكودر هي ١٥ الف نبضة في الثانية، فقد لا يتمكن المدخل الرقمي من الوصول الى التردد المناسب للاشارة، و لذلك لا بد من استخدام مثل هذه الوحدات الخاصة.




كما يبين الشكل التالي احد كروت العدادت السريعة من سيمنز:



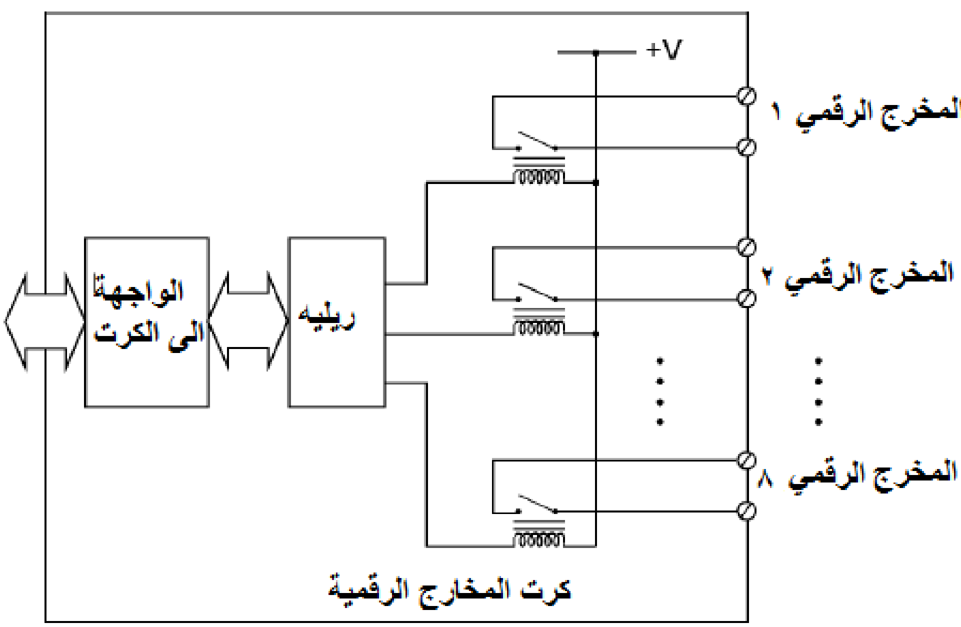
## وحدات المخارج الرقمية

تستخدم المخارج الرقمية Digital Outputs لاعطاء الاوامر من النظام الى كويل الكونتاكتر مثلا ليعمل من خلاله المحرك، او الى بلف ليفتح او يغلق.

من الممكن استخدام احد الخيارات التالية في التعامل مع المخارج الرقمية:

- مبدلات الترياك Triac Switches.
- الريليهات.
- Transistor Transistor Logic.

من الشائع استخدام الترياك، و عادة ما يربط فايرستور و هو عنصر الكتروني متغير المقاومة على المخرج لحماية الكرت من التغيرات الكهربائية، حيث ان الترياك لا يمكن تشغيله او اطفاؤه بالكامل، بل ان له قيمة مقاومة قد تكون قليلة جدا او عالية جدا، و لذلك بالرغم من ان الترياك مطفا الا انه قد يمرر تيارات متسربة Leakage Current عالية. لذلك يجب الانتباه الى المدة التي يكون فيها الترياك في وضع الاطفاء بحيث لا تدمر التيارات الكرت.



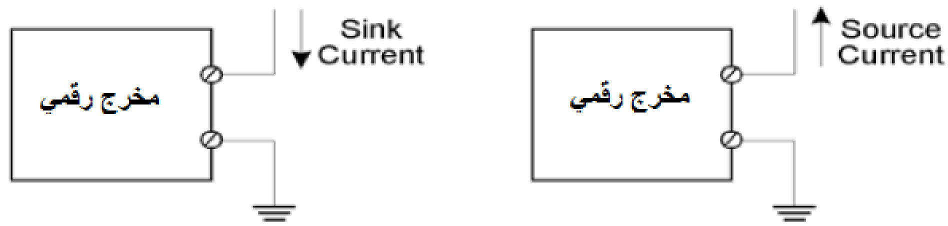

كما يبين الشكل من الممكن استخدام الريليهات لضمان عدم تجاوز التيار الحد المسموح به، و بالذات التيارات الحثية، كما تستخدم الفيوزات ايضا لحماية الكرت، و الذي عادة ما يساوي ٦٠ % من عدد المخارج مضروبا في التيار المسموح به في كل مخرج.

فمثل لو كان لدينا كرت يسمح للمخرج الواحد ب 2A، وعدد المخارج هو 8، فان التيار الاقصى سيساوي:

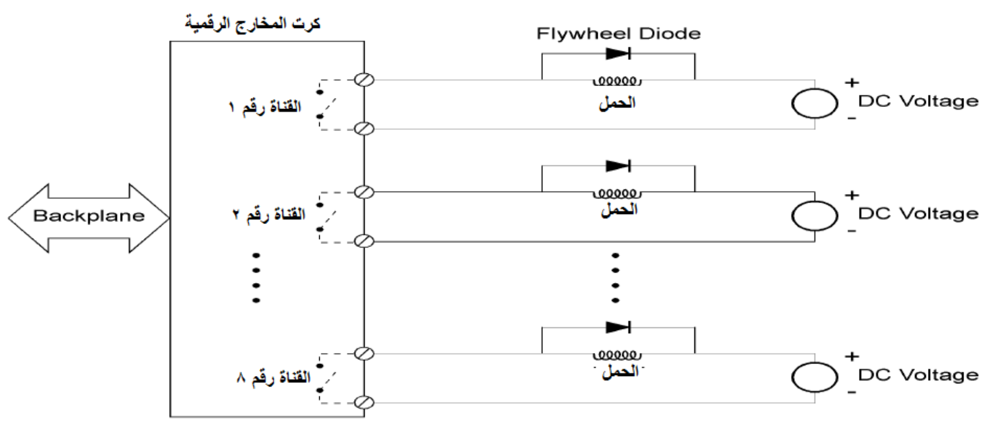
.9.6 A = (8 * 2 )%٦٠

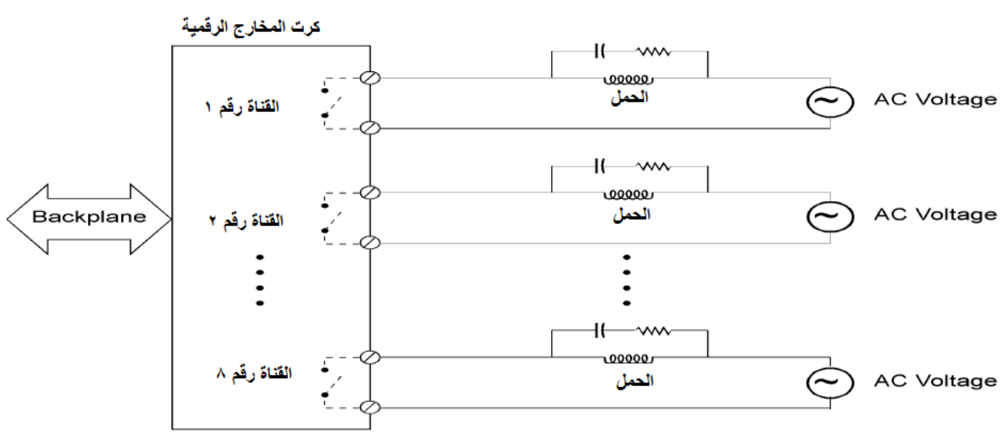
ان تجاوز هذا الحد سيؤدي الى ارتفاع حرارة الكرت و قد يؤدي الى تلفه.

يجب الانتباه ايضا الى ال Sinking و Sourcing، ففي حالة ال Sinking فان الوحدة تحصل على التيار الخاص بها من مصدر فولتية خارجي، و في حالة ال Sourcing فان الوحدة تحصل على التيار من المخرج الرقمي.




عند الشبك مع احمال حثية فمن الافضل ربط Fly wheeling Diode لانظمة ال DC، و الذي غالبا ما نراه على السلينويد Solenoid، او ربط مكثف و مقاومة بالنسبة لانظمة ال AC، و ذلك لحماية الكرت من الارتفاع المفاجىء بالفولتية Spike كما تبين الاشكال:



## واجهات الاتصال

تعتبر واجهات الاتصال Communication Interface احد اهم قطع الهاردوير في نظام السكادا، فهي التي يتم من خلالها عمل اتصال بين وحدات المداخل و المخارج الموزعة Distributed و بين ال CPU.

من الامثلة على هذه الوحدات و التي سيتم شرح الانظمة المستخدمة لها في فصول لاحقة:

- RS-232/RS-442/RS-485.
- خطوط الهاتف Dialup telephone lines.
- المايكرويف Microwave/MUX.
- الساتلايت Satellite.
- PROFIBUS.

يبين الشكل التالي واجهة اتصال PROFIBUS من شركة سيمنز:




## مزودات الطاقة

مزودات الطاقة Power Supply، و التي لا بد من توافرها في جميع الوحدات الموزعة في المصنع، و خصوصا اذا كانت من نوع ال DC، حيث يعمل مزود الطاقة Power Supply على التحويل من 220 V AC الى 24 V DC غالبا، و كذلك الامر بالنسبة الى وحدات المعالجة المركزية CPU، و التي يفترض ايضا ان تحتوي على بطارية لحماية البرنامج في حال انقطاع الطاقة الكهربائية، اما في الانظمة الكبيرة فيفضل استخدام ال UPS، و الذي يعمل على تزويد النظام بالطاقة الكهربائية لمدة كافية لاطفاء النظام بشكل امن.

## الكوابل المستخدمة في الاتصالات

الكوابل المستخدمة في الاتصالات Landline هو المصطلح المطلق على كوابل الاتصال في انظمة السكادا، يعتمد اختيار نوع الكوابل على التطبيق المستخدم، التكلفة، سرعة البيانات المنقولة، التردد المطلوب لوحدات ال RTU، و نوع التكنولوجيا المقدمة في الموقع.

عند استخدام الكوابل يجب الاخذ بعين الاعتبار العوامل الاتية:

- نوع التطبيق.
- نوع الكيبل المستخدم و الغطاء Shielding حيث يؤثر على الضجيج Noise.
- مسار الكيبل و طريقة توصيله.
- مقاومة الكيبل حيث تؤثر على توهين الاشارة Signal attenuation.
- مواسعة الكيبل حيث تؤثر على سرعة نقل البيانات.
- التوصيل و الانهاء حيث يؤثران على كلفة التوصيل و الزمن اللازم لانهاء عملية التوصيل.

يعتبر التداخل الكهرومغناطيسي و الضجيج عاملا مهمان للاخذ التعامل مع تصميم انظمة السكادا، يمكن تعريف الضجيج بانه الاشارة التي المولدة بشكل عشوائي و غير مرغوب فيه، و التي تتداخل مع الاشارة الاصلية.

من الممكن ان يتولد الضجيج من النظام نفسه (Internal Noise) او من مصادر خارجية (External Noise)، و هذه بعض الامثلة:

الضجيج الداخلي:

- الضجيج الحراري بسبب حركة الالكترونات داخل الدائرة الكهربائية.
- وجود عيوب في تصميم الدائرة.
- الاشارات المشوشة من دوائر المذبذبات و المضخمات.

الضجيج الخارجي:

- طبيعي المصدر( الكهرباء الاستاتيكية).
- التداخل الكهرومغناطيسي EMI(Electromagnetic interference).
- التداخل الراديوي RFI(Radio frequency interference).
- التداخل في الاشارات (Crosstalk).

من المهم جدا عند التعامل مع الضجيج معرفة انه يتم بشكل طبيعي و غير متوقع، و لذلك يعتبر تصميم الانظمة بعيدا عن الضجيج من التحديات.

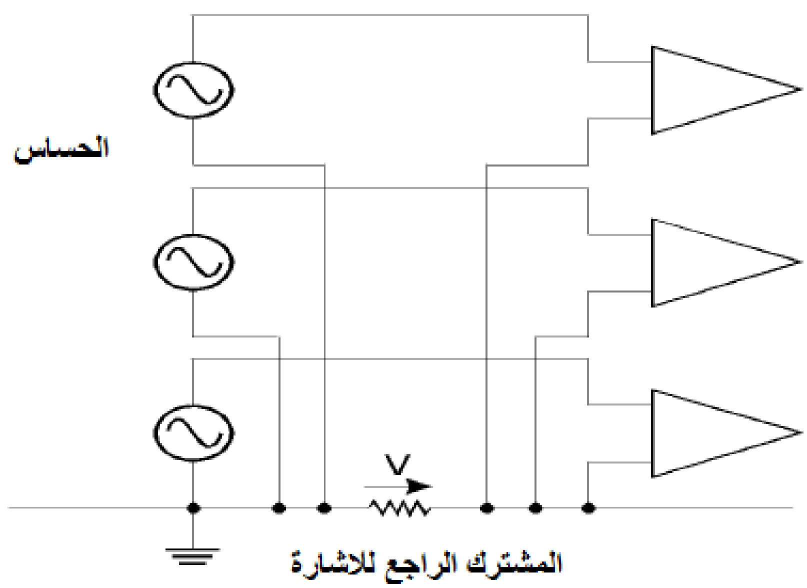
يتم قياس نسبة الاشارة الى الضجيج SNR من خلال الديسيبل dB:

SNR = 10 log (S/N) dB

في نظام الكوابل، تعتبر نسبة SNR ما قيمته 20 dB قيمة عالية جدا للضجيج، بينما تعتبر نسبة 60 dB مقبولة، مع الاخذ بعين الاعتبار الفروقات بين تطبيق و اخر و نوع الكوابل المستخدمة.

وسائل التقليل من الضجيج:

- استخدام الكوابل المغطاة Shielded حيث تمر التيارات المتولدة من الضجيج الى الارضي من خلال ال Shield.
- لي و فصل اطراف التوصيل Twisting و الذي يعمل على معاكسة الاشارات الناتجة عن الضجيج لبعضها و الغائها.
- استخدام اسلاك منفصلة لسلك العائد Return للاشارات المختلفة، لان استخدام سلك واحد لاكثر من اشارة يؤدي الى تاثير مقاومة السلك على باقس الاحمال، بحيث يتولد تيار بسبب المقاومة الكبير و يعمل على زيادة الضجيج كما يبين الشكل:




- الفصل بين كوابل التحكم Control و كوابل القدرة العالية Power، و ابقاء كوابل القدرة العالية متلاصقة مع بعضها قدر الامكان لزيادة الغاء التاثير المغناطيسي مع بعضعها قدر المستطاع.
- استخدام التاريض المناسب و التاكد من عمله بشكل جيد.
- توصيل الغطاء Shield بالارضي من جهة واحدة فقط.

## المحطة الرئيسية

يمكن النظر الى المحطة الرئيسية/ المركزية على واحدة او اكثر من المحطات المشغلة Operator Station مربوطة مع بعضها بشبكة LAN، و هي عبارة عن اجهزة حاسوب يطلق عليها اسم سيرفرات، و هي اجهزة ذات مواصفات عالية بالاضافة الى توفر غطاء خاص لمنع الغبار Dust من التسرب اليها.

من الضروري توفر التالي في المحطة الرئيسية:

- وجود واجهة للمشغل Operator يتمكن من خلالها التحكم بالاجهزة المختلفة البعيدة من خلال RTU.
- امكانية الولوج Logging الى البيانات التي يتم تجميعها عبر الناقل Field Bus.
- امكانية التعرف على الانذارات التي قد تحدث عن طريق ال RTU.

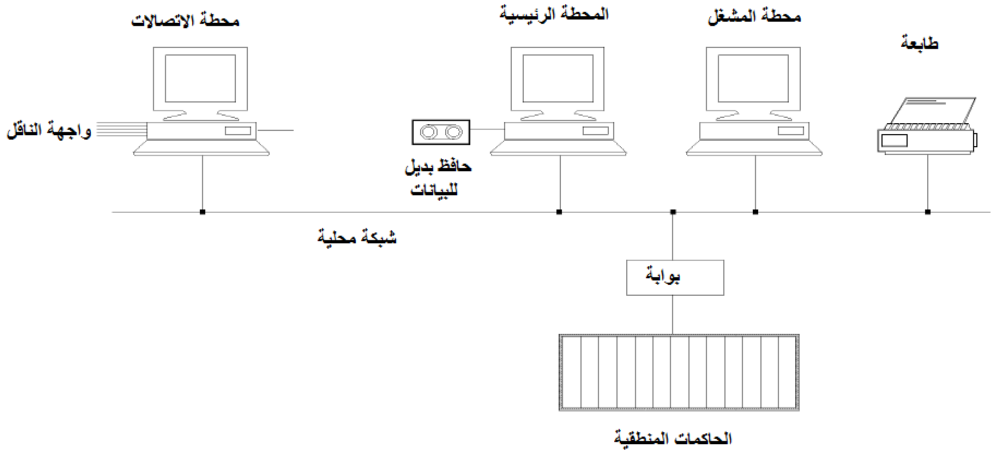
هناك عدة احتمالات لما يمكن ان تكون عليه المحطة الرئيسية بحسب حجم المنشاة، فقد تكون جميع ال PLC مع ال RTU مرتبطة معا و موجودة في غرفة واحدة، و مربوطة بالسيرفرات، مثل بعض مصانع الحديد، و هنا لا يوجد نظام DCS، لان الوحدات ليست موزعة بالمصنع، و لكن نظام السكادا مستخدم.

الاحتمال الثاني وجود مجموعة من ال RTU موزعة في المصنع، و مربوطة فيما بينها و بين مجموعة من وحدات المعالجة المركزية CPUs من خلال الناقل Field Bus، و هو ما يعرف بنظام ال DCS، تربط وحدات ال CPUs مع سيرفر رئيسي.

وقد يكون لدينا في المصانع الكبيرة شبكة LAN مكونة من عدد من السيرفرات كما تحدثنا سابقا، و ذلك للحاجة الى عدد اكبر من السيرفرات لمعالجة البيانات.

اما في المنشات الكبيرة فهناك ضرورة لوجود محطات فرعية Sub master Station بسبب بعد المسافات و صعوبة التحكم من مكان واحد، و من الضروروي ان تمتلك المحطات الفرعية الوظائف التالية:

- الولوج الى البيانات من ال RTU المجاورة.
- عرض هذه البيانات على محطة محلية للمشغل.
- اعادة نقل البيانات الى المحطة الرئيسية.
- نقل الاوامر من المحطة الرئيسية الى ال RTU المجاورة.




كما يتبين لدينا من الشكل فاته قد تكون هناك حاجة الى مجموعة من السيرفرات (المحطات) و التي سنتعرض الى وظائفها المختلفة عند الحديث عن انظمة Siemens و ABB لتوضيح الفكرة.

بعض الوظائف التي يمكن تحقيقها من المحطة الرئيبسية:

١) انشاء الاتصالات:
- تعريف ال RTU.
- برمجة اعدادات ال RTU و كل مدخل او مخرج.
- انزال برنامج التحكم و اكتساب البيانات الى ال RTU.

٢) التحكم بوصلة الاتصالات:
- التحكم بوظيفة الرئيسي/ الفرعي Master \ Slave.
- الولوج الى الانذارات و الاحداث و تخزينها.
- ايصال المداخل و المخارج الى ال RTU بشكل الي.

٣) التشخيص:
- توفير تشخيص دقيق للمشاكل التي من الممكن ان تحدث مع ال RTU.
- اكتشاف حدوث Overload في البيانات.

من الضروري وجدود سوفت وير خاص بانظمة السكادا، و هو مجموعة من البرامج التي تنزل ضمن حزمة واحدة، تحتوي هذه البرامج على الوظائف الخاصة بانظمة السكادا، بالاضافة الى برنامج التعامل مع ال RTU و تعريف انظمة الاتصال، بالاضافة الى التطبيقات المختلفة التي من الممكن الاستفادة منها مثل برامج عمل معايرة للاجهزة المختلفة من وحدة التحكم ان كانت الامكانية متاحة، او برامج تشخيص الاعطال.

سيتم ان شاء الله مناقشة هذه البرامج في الفصل القادم.

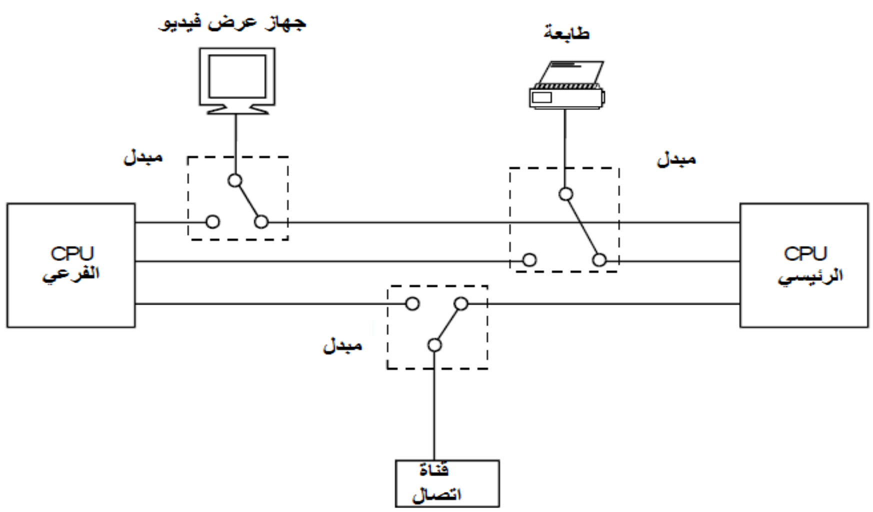
## وجود دعم للنظام

عند التعامل مع انظمة السكادا لا بد من توفر نظام موثوق و مدعم، ففي حالة حدوث خلل او عطل في احد اجزاء النظام فلا بد من وجود بديل، و ذلك لمنع حدوث كارثة في بعض الاحيان، و لحماية الاشخاص و الممتلكان على حد سواء، و بالطبع توفر شركات الاوتوميشن الخيار باستخدام دعم لجميع الاجهزة الموجودة في النظام، و هو ما يطلق عليه الدعم Redundancy، الا ان الجانب الاقتصادي له دور كبير في هذا الموضوع، فعمليا استخدام بديل لكل الاجهزة في النظام هو امر مكلف للغاية، و لذلك يتم استخدام الدعم Redundancy في الاجهزة المهمة، و التي على راسها السيرفرات Workstations، حيث انها جزء اساسي و حيوي في النظام، بالاضافة الى ال CPUs و التي يعتمد عليها منطق التشغيل Logic في المصنع، اما فقدان احد ال RTU كوحدة مداخل رقمية او تشابهية، او انفرتر على الرغم من اهميته الا انه لن يوقف المنشاة او خط الانتاج.

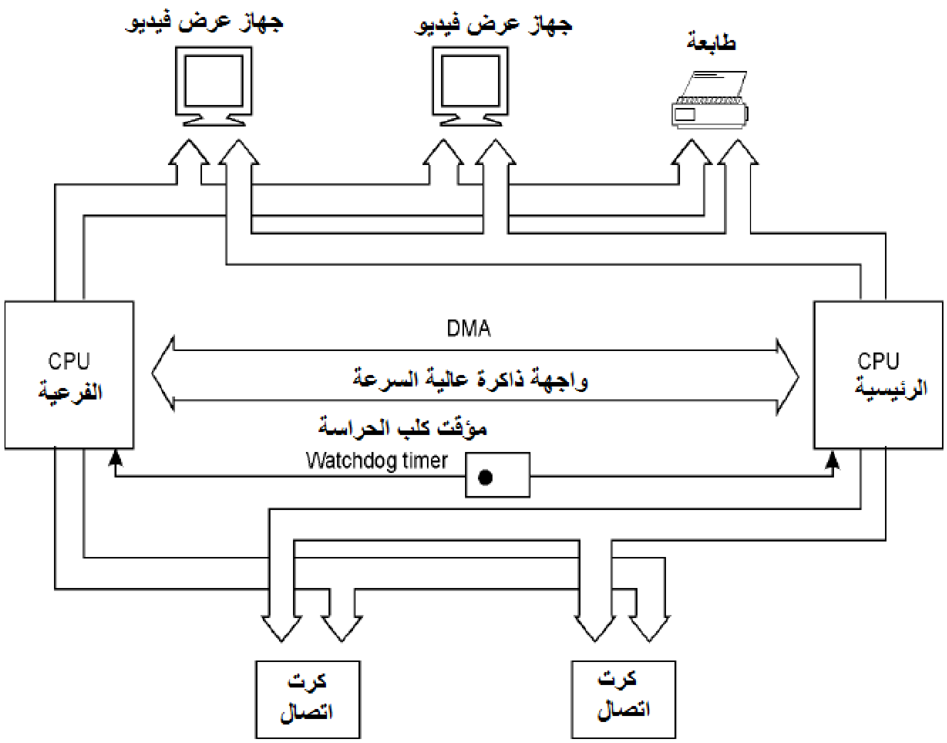
و لذلك فان الاجهزة التالية هي التي يستخدم الدعم Redundancy فيها عادة:

- السيرفرات.
- وحدة المعالجة المركزية.
- الذاكرة الرئيسية.
- وحدات الاتصال.

هناك عدة احتمالات لانظمة يمكن استخدام الدعم فيها، ابسطها استخدام الية تبديل Switch Mechanism للتغيير الى الجهاز البديل في حالة حدوث فشل Failure للجهاز الرئيسي.



يمثل الشكل التالي الاحتمال الثاني و المستخدم غالبا في انظمة السكادا، هنا يستخدم مؤقت كلب الحراسة (Watchdog Timer (WDT حيث يتم تفعيله ما لم نعمل ال CPU الرئيسية على عمل Reset له خلال فترة معينة من الزمن، حالما يتم تفعيل ال WDT يتم التحويل مباشرة بين ال CPU الرئيسية و الفرعية، و بالطبع فان الذاكرة التي تحتويها ال CPU الفرعية هي ذاكرة سريعة التحميل، و لذلك فانه عند عملية التحويل و التي تتم خلال لحظات تكون ال CPU الفرعية محملة بالبيانات حتى تلك اللحظة.

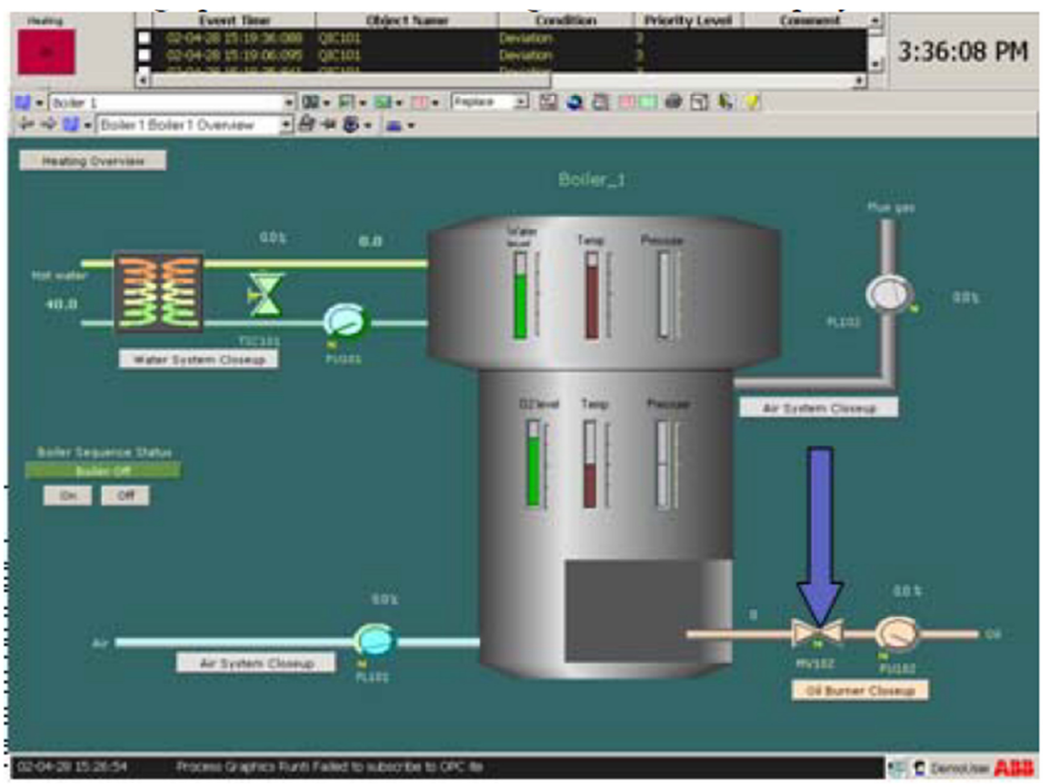



اعداد عبدالرحمن مصلح

تحدثنا في الفصل السابق عن الهاردوير الخاص بانظمة السكادا، و تكلمنا عن وجود حزمة من البرامج المترابطة و التي تقوم بالمهام المتنوعة لانظمة السكادا، سنتعرض في هذا الفصل الى المتطلبات في هذه البرامج بالتفصيل.

## واجهة الانسان الالة HMI (Human Machine Interface).

ما هو مفهوم ال HMI، هو مفهوم وجود اداة تفاعلية بين الانسان و الالة، تستخدم الواجهة الرسومية Graphic Interface حتى يتمكن المشغل operator من تشغيل المنشاة بسهولة، كما يبين الشكل التالي، فمثلا يستطيع المشغل ان يرى كمية السائل في خزان معين و ان يتم انذاره في حالة نزول المستوى او امتلاء الخزان، او ان يرى هيكلية لالة يعمل عليها. و ذلك حتى يتمكن من تقرير حالة الالة و شروطها، و القيام بمجموعة من الاعدادات اللازمة.




لل HMI اسماء مختلفة تعرف فيها:

- شاشات اللمس Touch Screens.
- العارضات Displays.

- واجهة الانسان الالة HMI (Human Machine Interface).

صورة الخزان السابقة هي مجرد صورة، و الاشارة التي نتفاعل معها في فقط اشارة المستوى و التي نحصل عليها من حساس مستوى مربوط مع ال PLC، و اشارة البلفات مثلا، ولكن يتم استخدام الصور لعمل نموذج تفاعلي بين المشغل و الالة، من الضروري معرفة ان منطق التشغيل Logic يتم من خلال ال PLC و ليس من خلال ال HMI و التي وظيفتها ان تعرض البيانات فقط.

من الممكن استخدام ال HMI من خلال عدد كبير من الاجهزة، منها شاشات مخصصة لذلك كما يبين الشكل التالي، او من خلال اجهزة حاسوب شخصية و هناك برامج متخصصة لعمل هذه الرسومات و تحتوي على مكتبة كبيرة من الرسومات الجاهزة بحيث تسهل عليك العمل، فلا داعي للعمل من الصفر.



الوظائف الاساسية لل HMI:

- عرض الانذارات في الالة.
- عرض حالة الالة.
- السماح للمشغل ببدا و انهاء الدورات التتابعية Sequence Sycles.
- مراقبة عدد بعض القطع.

المتطلبات من مصمم اجهزة ال HMI:

- وجود مساعدة.
- وجود مرجعية Feedback الى المستخدم.
- القدرة على التفاعل مع العملية الصناعية.
- وجود تقسيم ربما على شكل صفحات لتسهيل العملية.
- التعامل مع عدة عمليات صناعية بنفس الوقت.

بما يختلف ال HMI عن انظمة السكادا؟

يعتبر ال HMI جزء اساسي من نظام السكادا، حيث يتعلق بمفهوم المراقبة، الا ان مفهوم السكادا اوسع من ذلك بكثير، فهو يتعلق باكتساب البيانات و تخزينها Data Acquisition ضمن قاعدة البيانات و القدرة على استرجاع هذه البيانات ضمن اساليب معينة مثل التقارير و الرسوم البيانية Trends.

## وجود قاعدة بيانات

لا بد لاي نظام سكادا من توافر قاعدة بيانات يعمل النظام على تخزين البيانات المكتسبة من العمليات الصناعية فيها،سنتعرض هنا الى مجموعة من المفاهيم التي تهمنا في هذا المجال:

### :OPC

ربط و تضمين البيانات من اجل العملية الصناعية

OLE (Object Linking and Embedding) for Presses Control

هو عبارة عن نظام اتصالات موحد تم انشاؤه بغرض التنسيق بين البيانات المتغيرة من المصنع و اجهزة التحكم من شركات اوتوميشن متعددة، و هو نظام مفتوح الملكية Open Standard، تم انشاء OPC بناء على مجموعة من التقنيات المطورة من شركة ميروسوفت مخصصة لعائلة يكروسوفت من انظمة التشغيل.

هذا النظام الموحد يستخدم مجموعة من المجسمات Objects، الواجهات و الطرق التي تستخدم في العملية الصناعية و عالم الاوتوميشن لعمل توافق و ارضية مشتركة بينها و بين انظمة تشغيل ميكروسوفت، يوفر هذا النظام اليات للدخول الى

البيانات على مستوى الحقل ( اي الاجهزة الرتبطة بال RTU الموزعة مثل الحساسات و البلفات) من خلال سيرفرات المصنع، هذا النظام متبع لدى العديد من الشركات وتبقى اليته كما هي بغض النظر عن الجهاز المستخدم، الهدف هو التخفيف على شركات الاوتوميشن و اعطاؤهم الية مشتركة للعمل حيث تمتلك هذه الشركات شركات تعمل معها لانتاج برمجياتها. بحيث تعمل برامج السكادا و HMI على ربط البيانات مع اجهزة الحقل.

البرتوكولات التي يعمل وفقها ال OPC:

1) OLE (Object Linking and Embedding):

هي تقنية طورتها شركة ميكروسوفت بحيث تسمح بتضمين ووصل مجموعة من البرامج مع بعضها على شكل مجسمات Objects، فمثلا انت تقوم بتضمين جدول Excel ضمن ملف Word، او تضع رابط في ملف انترنت ليفتح ملف PowerPoint، هذه التقنية مهمة جدا في برامج السكادا، فكما تعرفنا سابقا انها تتكون من حزمة من البرامج المتكاملة و التي تعرض لنفس البيانات بطرق مختلفة،فمثل لدينا تعريف Address لبلف معين، يستخدم هذا التعريف من قبل احد البرامج لعمل ال logic، بينما يستخدم من برنامج اخر لعمل ال HMI له، و لذلك فمن الضروري لهذه البرامج ان تتمكن من تضمين البيانات و ربطها من خلال ال OLE عبر واجهات Interfaces مختلفة.

2) COM (Component Object Model):

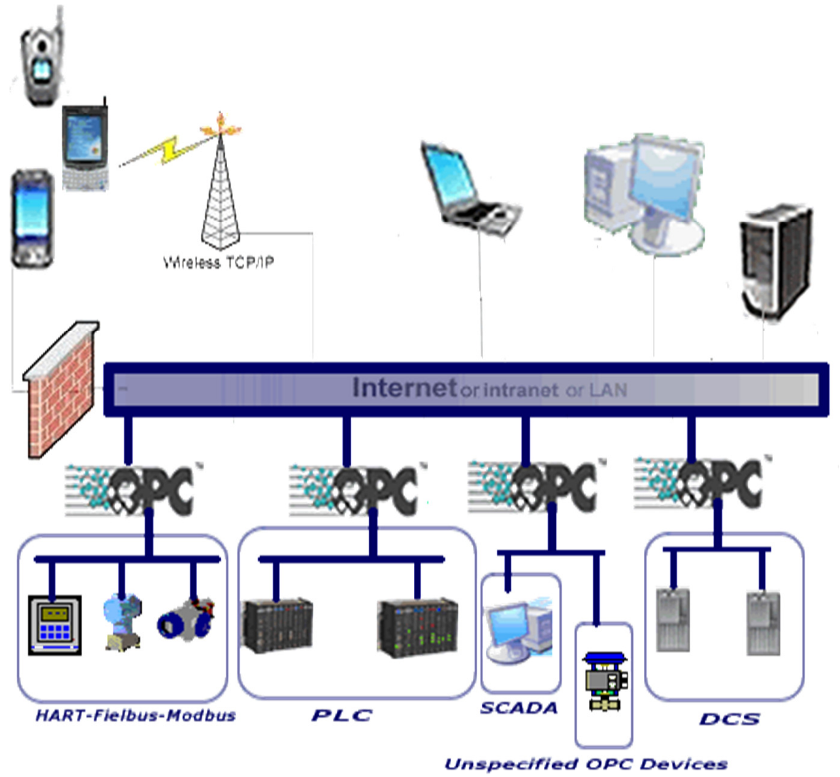
نظام واجهة ثنائية طورته شركة ميكروسوفت لعمل اتصال مع مجسم معين Object يتميز بتغير بياناته باستمرار مثل الحساسات و الاجهزة المختلفة المستخدمة في نظام الاوتوميشن.

3) DCOM (Distributed Component Object Model):

و هو ايضا من شركة ميكروسوفت لعمل اتصالات بين مجموعة من البرامج التي تتوزع داخل شبكة حاسوب.

بالاعتماد على هذه الانظمة يعمل ال OPC سيرفر، و هو المسؤول عن الوصول الى البيانات من اجهزة مختلفة مثل ال PLC و انظمة ال DCS، فعادة عند محاولة الوصول الى البيانات من حاسوب الى PLC فلا بد من كتابة تعريف Driver، اما ال OPC فهو واجهة مشتركة لعدد كبير من

الاجهزة و الذي يكتب مرة واحدة و يتم استخدامه من قبل برمجيات السكادا و HMI.

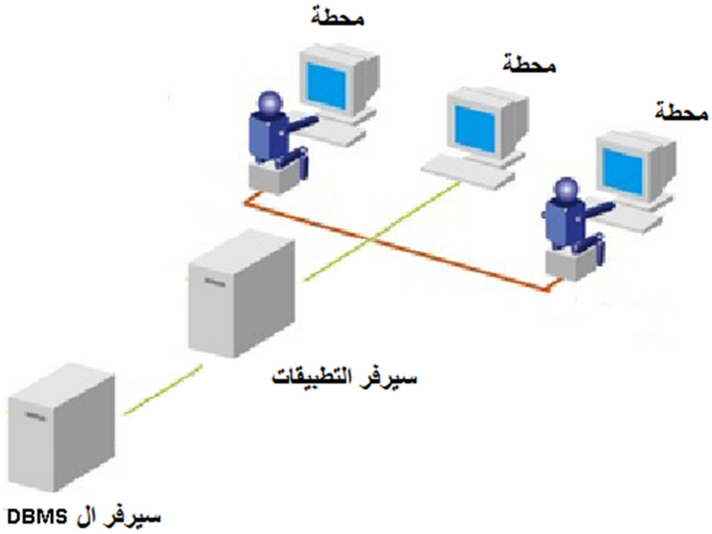



بما ان ال OPC سيرفر هو المسؤول عن عملية ربط البيانات، فمن الشائع تفقد السوفت وير الخاص بال OPC عند حدوث مشكلة انقطاع في البيانات للتبع العطل وحل المشكلة.

## نظام ادراة البيانات Database Management Systems(DBMS):

هي عبارة عن منظومة من برامج الحاسوب التي تعمل على التحكم و تنظيم و صيانة قواعد البيانات، و التي هي عبارة عن مجموعة ضخمة من البيانات المترابطة فيما بينها، يسمح هذا النظام للمستخدمين في الانظمة الضخمة مثل انظمة السكادا بخزن البيانات و استرجاعها عند الحاجة بطريقة مهيكلة Structured، فهي توفر امكانية الخول الى البيانات Data Access، صحة البيانات Data Integrity، التحكم بالتزامن concurrency، و استرجاع البيانات من الدعم Back up، و هي خصائص لا بد ان تتوافر في السوفت وير الخاص بانظمة

السكادا، فلا بد من عمل دعم Backup للبيانات كل فترة، و هو حاليا اما ان يعمل على DVD او على External Hard disk.




تحرص اغلب شركات الاوتوميشن على توفر هذه الخاصية في برامجها، ما يهمنا في انظمة السكادا ان نعرف بان حجم البيانات المكتسبة من النظام ضخمة جدا، و لذلك فان هناك عدة وسائل تستخدم لتقليل حجم هذه البيانات، المداخل الرقمية لا تستهلك حجما كبيرا من البيانات، و لكن المداخل التشابهية هي التي تضغط النظام بكم هائل من البيانات، و لذلك فمن الاساليب المتبعة على مستوى الحساسات استخدام ال Damping، و هي طريقة تستخدم فلتر من اجل اخذ قراءة Sample من الحساس كل فترة زمنية معينة ( بالثواني او اجزاء من الثانية)، و ذلك لتقليل الضغط على النظام، تختلف هذه المدة بالنسبة لنوع الكمية المقاسة، فبالنسبة للحرارة يمكن ان يكون الزمن كبيرا بعض الشيء لان التغير في الحرارة ياخذ وقتا، و لا يؤثر بسرعة في العملية الصناعية، اما بالنسبة للتدفق مثلا فيمكن ان يتغير بصورة مفاجئة و بكمية كبيرة، و لذلك من الضروري تصغير هذا الزمن.

يمكن تفقد هذا الخيار و ضبطه في الحساسات التشابهية في حالة عدم تمكن النظام من استقبال البيانات.

اما في انظمة السكادا فهي تعطيك خيارات و اليات متعددة ايضا لكيفية تخزين البيانات، من الضروري الانتباه الى هذا الامر، فاذا اخترنا تخزين القراءة بشكل متواصل فمن الممكن تعبئة الهارديسك خلال يومين، و لذلك لا بد من اختيار الية اخرى بحيث تعمل على تخزين Sample بحسب اقتران معين. و غالبا ما تعطيك مدة زمنية (اسبوع مثلا) و بعدها تقوم بتعبئة البيانات الجديدة مكان القديمة.

توفر بعض شركات الاوتوميشن حزمة من البرامج الخاصة التي توفر امكانية عمل DBMS لمدة زمنية اطول، و يتم طلبها بشكل خاص.

### توصيل البيانات المفتوح Open Database Connectivity (ODBC):

هي فقط مجموعة من البرامج طورتها شركة SQL Access Group لعمل واجهة محددة Interface مع قواعد البيانات، من الضروروي ان تتميز حزمة برامج انظمة السكادا بهذه الخاصية.

## الانذارات

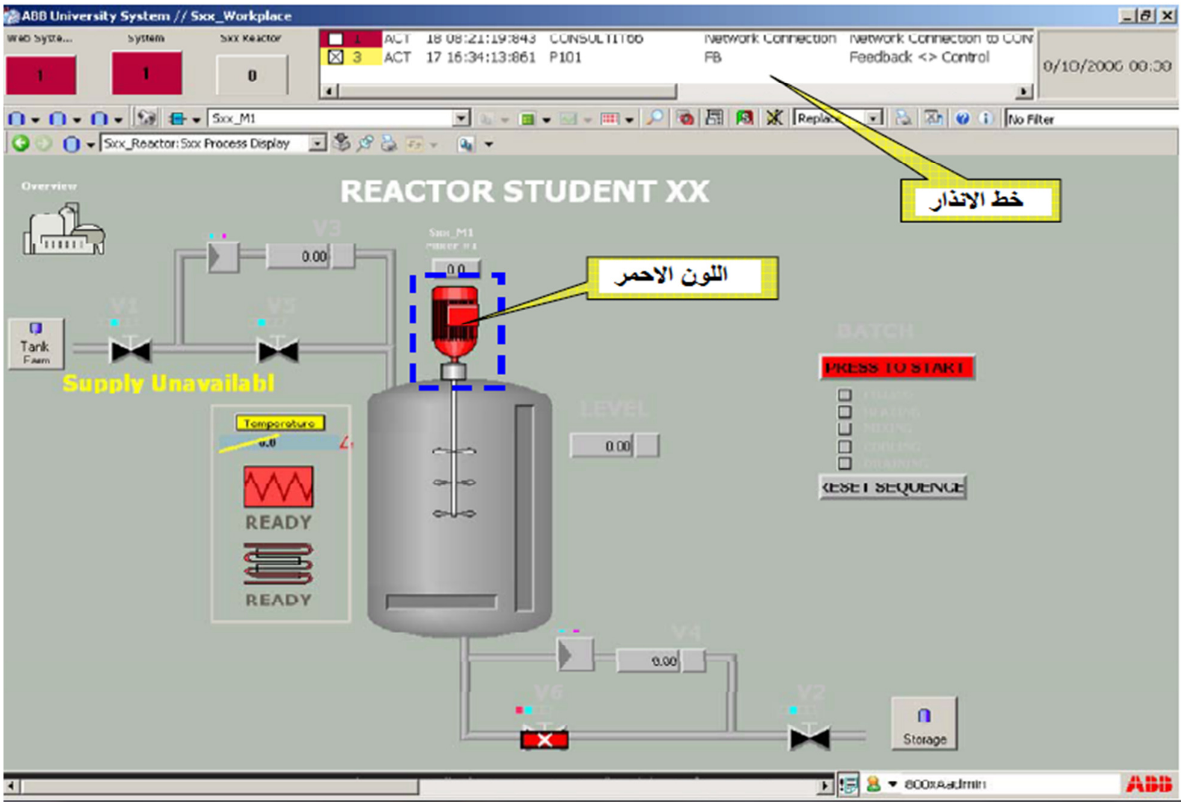
الانذارات Alarms تعتبر من المقومات الاساسية لنظام السكادا، فمن المهم للمشغل مراقبة الانذارات و متابعتها، يجب ان يتميز السوفت وير بما يلي:

- متوافق مع الية السيرفر/العميل Client\Server.
- القدرة على عمل استلام الانذارات acknowledgment.
- التحكم في الانذارات من خلال الشبكة.
- يتم ترتيب الانذارات بشكل زمني.
- وجود شريط الانذارات في مكان حيوي مثل اول الصفحة و من الافضل امكانية الاطلاع على الانذارات من جميع الصفحات.

عادة ما يتم استخدام الوان مختلفة لتحديد خطورة الانذار، و يجب التفريق بين الحدث Event و هو اي عملية تحدث داخل الماكنة، فمثلا فتح بلف معين للقيام بعملية ال Drain، و من ثم تشغيل مضخة، فكل ذلك يعتبر حدث يتم حفظه داخل قاعدة البيانات، و عادة ما يكون باللون الاخضر، اما الانذار فقد يعبر عن وجود مشكلة ما و يكون باللون الاحمر، يعتبر كل انذار حدث و ليس كل حدث انذار.

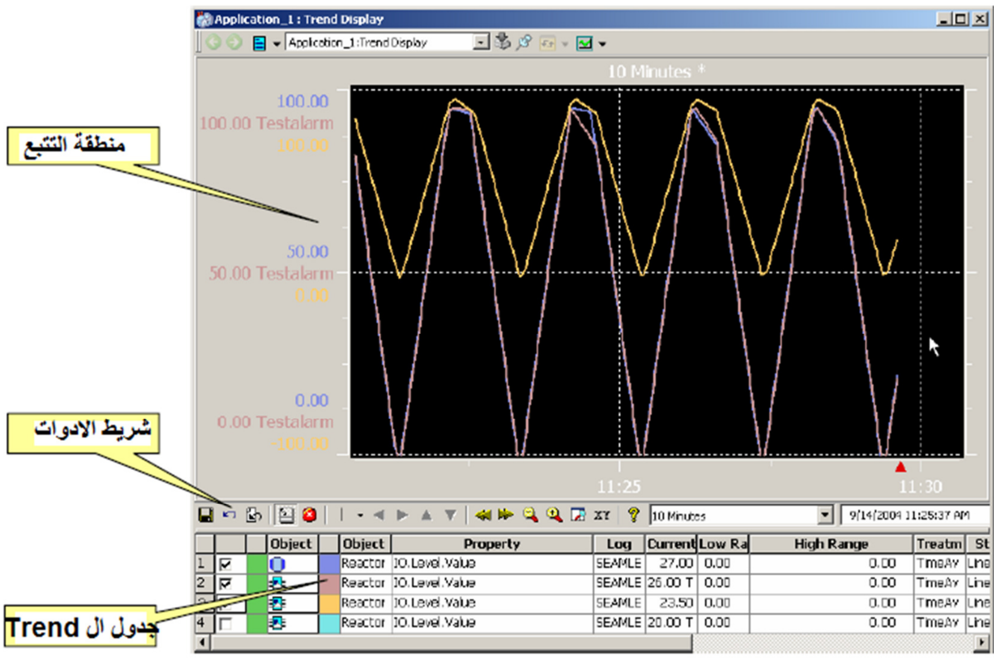
بعض الانذارات لا يمكن استلامها Acknowledgment فهي تفعل Trip لمجموعة من الهاردوير فلا بد من حل المشكلة، من الحالات الشائعة الضغط على ال Emergency، والتي يجب ان توقف الماكنة و تعتبر اولوية بالنسبة للانذارات ولاتي لا يمكن عمل Acknowledgment لها الا بعد فك ال Emergency.

يتم تحديد شروط الانذار من خلال المنطق Logic و من ثم عندما تاتي اشارة معينة او مجموعة اشارات بحث يتحقق المنطق Logic يتم اظهار الانذار، و قد يكون الانذار مرئي او على شكل صوت باستخدام Horn.




## الرسوم البيانية

تعتبر الرسوم البيانية Trends احد الوظائف الامهمة في انظمة السكادا، و هي الاليات المستخدمة لعرض تاريخ البيانات المسجلة على شكل رسم بياني X,Y، كما يبين الشكل التالي، بغرض تتبع عطل معين، او معرفة زمن توقف الانتاج.



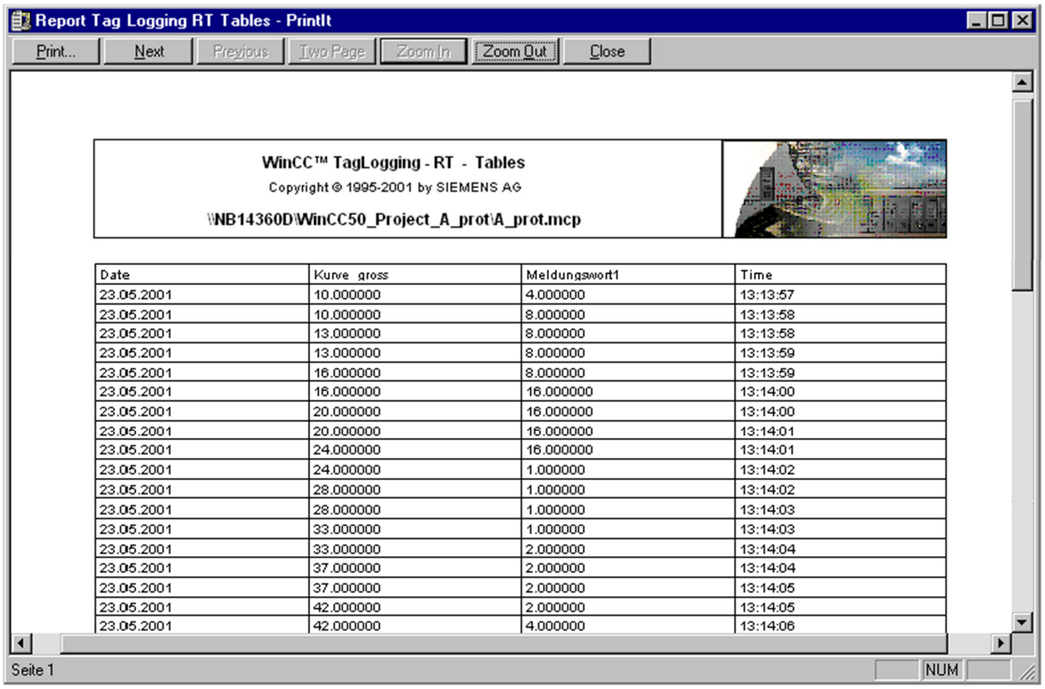

كما يتبين لنا من الشكل السابق توفر اغلب برمجيات السكادا القدرة على تتبع الرسم البياني لمجموعة من الاشارات يتم تحديدها حسب الحاجة، كما يمكنك اختيار المدى الزمنية (دقائق، ساعة، ساعات) و الانتقال من خلال شريط الادوات حسب الحاجة.

لا بد قبل عمل الرسم البياني Trend من عمل ملف للتخزين Log file، و هو الملف الذي تخزن فيه البيانات المتغيرة خلال الزمن، ام مصدر البيانات Data Source فهو الجهاز المستخدم في العمليات الصناعية مثل الحساسات و التي تاتي منه هذه البيانات.

## التقارير

اغلب شركات الاوتوميشين تدعم في برمجياتها امكانية عمل التقارير Reports، بعضها يوفر برمجيات خاصة لتصميم و انشاء التقرير، و البعض الاخر يمكنك من عمل التقرير من خلال Excel، و يمكنك بسهولة ربط البيانات من المجسمات Objects بالحقول التي تريد ان يحتويها التقرير، كما يمكن طباعة التقرير من خلال طابعة مربوطة على السيرفر.

تعتبر التقارير وظيفة مهمة من وظائف السكادا في الانظمة الصناعية، مثل تقارير الانتاج، او استهلاك الطاقة الكهربائية، او كمية المياه المستخدمة، و تساعد في تطوير العملية الصناعية و تحديد الارباح.




| Date | Kurve gross | Meldungswort1 | Time |
|---|---|---|---|
| 23.05.2001 | 10.000000 | 4.000000 | 13:13:57 |
| 23.05.2001 | 10.000000 | 8.000000 | 13:13:58 |
| 23.05.2001 | 13.000000 | 8.000000 | 13:13:58 |
| 23.05.2001 | 13.000000 | 8.000000 | 13:13:59 |
| 23.05.2001 | 16.000000 | 8.000000 | 13:13:59 |
| 23.05.2001 | 16.000000 | 16.000000 | 13:14:00 |
| 23.05.2001 | 20.000000 | 16.000000 | 13:14:00 |
| 23.05.2001 | 20.000000 | 16.000000 | 13:14:01 |
| 23.05.2001 | 24.000000 | 16.000000 | 13:14:01 |
| 23.05.2001 | 24.000000 | 1.000000 | 13:14:02 |
| 23.05.2001 | 28.000000 | 1.000000 | 13:14:02 |
| 23.05.2001 | 28.000000 | 1.000000 | 13:14:03 |
| 23.05.2001 | 33.000000 | 1.000000 | 13:14:03 |
| 23.05.2001 | 33.000000 | 2.000000 | 13:14:04 |
| 23.05.2001 | 37.000000 | 2.000000 | 13:14:04 |
| 23.05.2001 | 37.000000 | 2.000000 | 13:14:05 |
| 23.05.2001 | 42.000000 | 2.000000 | 13:14:05 |
| 23.05.2001 | 42.000000 | 4.000000 | 13:14:06 |

## السوفت وير الخاص بال RTU

اغلب الوظائف السابقة التي تحدثنا عنها و التي تتحدث عن المراقبة الاشرافية Supervisory Control، يتم التعامل معها غالبا ضمن حزمة من البرامج، مثل WinCC من Siemens، و 800XA من ABB، اما التعامل مع الوحدات الطرفية RTU مثل وحدات ال IOs الموزعة في المنشاة الصناعية فيتم التعامل معها من خلال سوفت وير اخر مثل Sematic S7 من Siemens، و Control Builder من ABB ، و التي تتعامل مع تعريف الهاردوير و تعريف نظام الاتصالات Communications Interface، و المنطق Logic الخاص بال PLC، و تترابط هذه البرامج مع بعضها، بحيث يتم العمل بشكل مشترك للوصول الى نظام التحكم المطلوب.

مميزات السوفت وير الخاص بال RTU:

- عمل واجهة Interface لمختلف ال CPUs و RTU و وحدات الاتصال و اجهزة اخرى.
- دعم خاصية تبادل البيانات المتغيرة (DDE (Dynamic Data Exchange

و هي خاصية تفصل التعريف الخاص بمختلف الاجهزة مثل ال HMI و PLC الى تطبيق منفصل يسمى DDE سيرفر، بحيث تتمكن اي شركة اخرى من عمل تعريف Driver خاص بنفس الجهاز، فمثلا يمكن ربط Siemens PLC على مجموعة من Allen Bradley PLC و ذلك بتنزيل التعريف الخاص بها على السوفت وير، و توفر اغلب شركات الاوتوميشين عدد كبير من التعريفات ضمن برامجها لعدد كبير من الشركات الاخرى.

- تنظيم عملية ادخال المنطق Logic الخاص بال PLC.
- يمكن اضافة الهاردوير الجديد دون التاثير على القديم.
- الدخول الى البيانات من قبل اي مستخدم على الشبكة.
- تدعم خاصية الدعم Redundancy و تقوم بشكل الي بالتحويل الى الهاردوير البديل في حالة فشل الهاردوير الرئيسي.

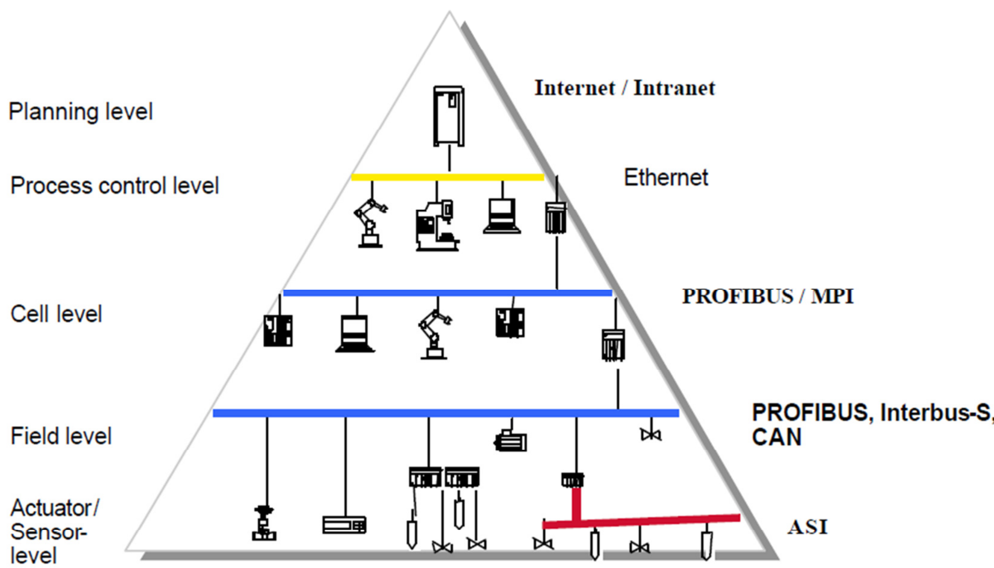
هكذا نكون قد تعرفنا على الخصائص و التعريفات المتعلقة بالسوفت وير الخاص بانظمة السكادا، من الضروروي فهم هذه المصطلحات قبل التعرض الى انظمة الاتصالات في الفصول القادمة باذن الله.

اعداد: عبد الرحمن مصلح

يهدف هذا الفصل التعريف بانظمة Siemens لضرب مثال عملي على انظمة السكادا، و ربط المصطلحات التي تم شرحها بهذا المثال، لن يتم التعرض الى الموضوع بشكل مفصل فهو بحاجة الى عدة دورات، و لكن سيتم التركيز على هيكلية النظام System Structure بشكل اساسي ليكون لدينا المقومات لفهم انظمة الاتصالات، فلا بد من فهم انظمة السكادا قبل التعامل مع انظمة الاتصالات.

مصطلح Siemens TIA(Totally Integrated Automation)، اي النظام المدمج للتحكم الالي، هو سياسة سيمنز المعتمدة في الاجهزة المستخدمة في انظمة السكادا، و ذلك لاستخدام هذه الاجهزة ضمن برامج و اسس موحدة، بالاضافة الى استخدام اجهزة من شركات اخرى ضمن انظمة سيمنز.

الشكل التالي يمثل نظام سكادا من سيمنز:




نلاحظ من الشكل السابق ان المصنع يتم تقسيمه الى مستويات لتوظيف مفهوم التوزيع Distribution و ليتم استخدام المعدات ذات العلاقة بسهولة ووضوح، من الضروري هنا اعتبار هذا النوذج كنموذج فعلي و ليس كنموذج توضيحي.

لوصف النموذج الخاص بانظمة السكادا لا بد من تقسيمه الى مجموعة من المستويات، هذه المستويات تشمل:

١) مستوى التخطيط Planning Level.
٢) مستوى التحكم Control Level.

٣) مستوى الخلية Cell Level.
٤) مستوى الحقل Field Level.
٥) مستوى المشغل/الحساس Actuator\Sensor Level.

تستخدم انظمة التوصيل الحاسوبية مثل الترميز العابر Token Ring و الايثرنت لتخطيط و تنظيم المهام في المصنع.

اما بالنسبة للناقل Fieldbus فيستخدم على مستوى المتحكمات مثل ال PLC و كذلك على مستوى المشغلات actuators و الحساسات Sensors. و في بعض الحالات في مستوى الخلية Cell Level.

يتم تبادل البيانات في النموذج السابق بشكل عمودي و افقي بين الهيكليات السابقة.

تستخدم المستويات العليا انظمة الحاسوب المعقدة، متاثرة بكم كبير من البيانات التي من الضروري ضبط التزامن فيما بينها، عدد كبير من المحطات Stations، و اسنخدام مكثف للشبكات الحاسوبية.

اما في الانظمة الدنيا فان الاتصالات تتم باستخدام مجموعة من الحزم البيانية الصغيرة و سرعة تتدفق عالية للبيانات، وعدد قليل من المحطات، حيث ان التركيز هنا يكون على المعدات المستخدمة في المصنع، و ليس على الشبكات الحاسوبية و التي يتم استخدامها على مستوى قليل.

١) مستوى التخطيط Planning Level.

مستوى التخطيط يشمل ربط المصنع على مستوى عالمي قد يكون من خلال الانترنت، او على مستوى محلي من خلال الشبكات المحلية، و هو يشمل التخطيط المتكامل لمصنع من خلال ربطه باقسام المبيعات و التصميم و التطوير، بالاضافة الى المشتريات و الادارة المركزية لمجموعة من المصانع.

و بالتالي فان مستوى التخطيط يحدد خطة الكميات المنتجة و التسويق، بالاضافة الى الجودة و انظمة التطوير.

في هذه الحالة يتم نقل كمية كبيرة من البيانات بشكل مستمر و عبر فترة زمنية كبيرة.

٢) مستوى التحكم Control Level.

يعمل مستوى التحكم على توزيع المهام القادمة من مستوى التخطيط، الى الخلايا المختلفة التي تحتاج الى التفاعل مع منتج معين، بالاضافة الى توظيف المهام المختلفة الى الخلايا حسب متطلبات الانتاج و الخطة الانتاجية production planning systems (PPS)، و من المكن ايضا استغلال الاجراءات الوقائية في هذا المستوى.

يحتوي هذا المستوى ايضا على الحاسوب المركزي من اجل ضبط الاعدادات و تشخيص الاعطال، بالاضافة الى نظام الولوج logging و العمليات.

بشكل اساسي فان هذا المستوى يحتوي على شبكة الحاسوب و يتعامل مع الجزء الخاص المراقبة و معالجة البيانات.

٣) مستوى الخلية Cell Level.

يتعامل هذا المستوى من خلال ربط الخلايا المختلفة مع بعضهامن خلال ال PLC او الحاسوب المركزي، في هذا المستوى يكون التركيز على الاتصالات و العمليات المدمجة بين الانظمة الذكية المختلفة.

يتعامل مستوى الخلية مع مراقبة الخلايا المنتجة، حيث يتم اصدار الاوامر لهذه الخلايا من خلال مستوى التحكم، فعلى سبيل المثال، لو تعرضنا لالة تقطيع الانابيب، فيتم اعطاء خطوات العمل اللازمة من خلال المتحكمات، فعلى سبيل المثال ادخال انبوب يتم من خلال جهاز ادخال الي، يتم التقطيع الى الطول المطلوب من خلال منشار الي، يتم ثقب الانبوب من خلال روبوت، و يتم قياس طول الانابيب من خلال جهاز استشعار، نلاحظ انه يتم تحديد وظيفة كل خلية ضمن هذا المستوى و اعطاؤها المهام المطلوبة منها.

٤) مستوى الحقل Field Level.

يتم من خلال هذا المستوى استخدام المتحكمات لمراقبة الاجهزة المختلفة ضمن حلقة التحكم المفتوحة open Loop او المغلقة مع تغذية راجعة Closed Loop With Feedback.

حيث يتم استخدام المتحكمات بانواعها المختلفة مثل ال PLC او الحواسيب الصناعية Industrial Computers، متحكمات ال CNC، متحكمات الموقع Positioning Controllers، و التي تقيم مستوى الحساس/ المشغل.

في هذا المستوى يتم التحكم بالمنطق Logic الخاص بكل خلية، فلو اخذنا من المثال السابق الروبوت المختص بثقب الانابيب، فان المنطق الكامل لعمل الروبوط يتم تنفيذه من خلال هذا المستوى، اما بالنسبة للبيانات و الانذارات Alarms فيتم نقلها الى مستويات اعلى ليتم التعامل معها.

٥) مستوى المشغل/الحساس Actuator\Sensor Level.

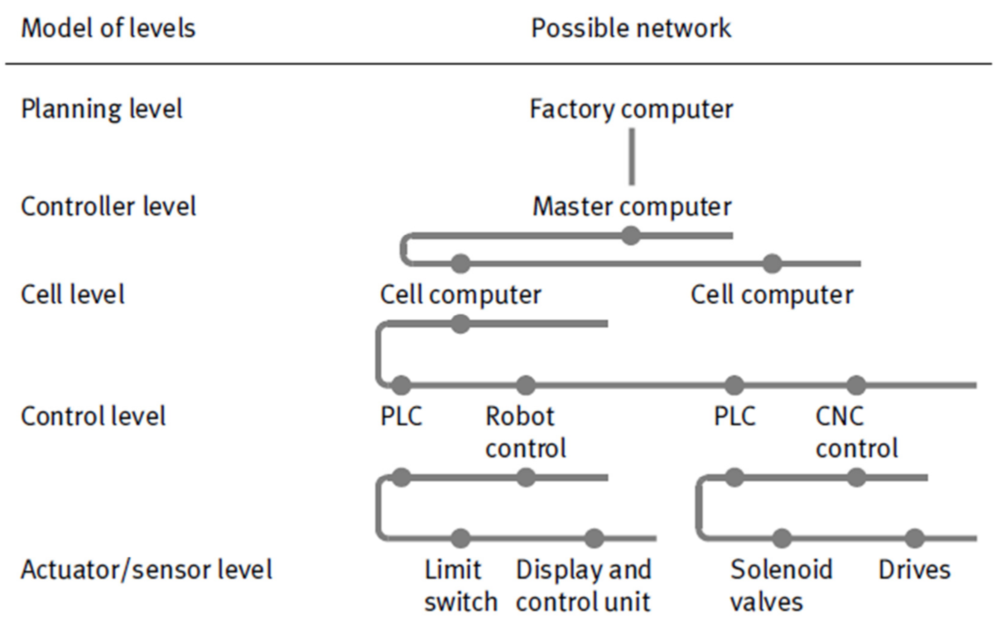
يمثل هذا المستوى حلقة الوصل بين العملية الانتاجية و المتحكمات، يتم ذلك من خلال الاجهزة البسيطة مثل الحساسات و المشغلات، حيث يتم التركيز هنا على التحديث السريع للمداخل و

المخارج، حيث يتم تبادل البيانات مع المتحكمات، و من المفترض ان يكون معدل سرعة تحديث المداخل و المخارج اقل من دورة ال PLC.

اذا هذا المستوى يتشكل من الحساسات و المشغلات على الالة،مثل الحساسات ذات المخارج الثنائية الحالة مثل المبدلات Switches، و المشغلات الثنائية الحالة مثل بلفات الاغلاق Shut-off valves، بالاضافة الى الحساسات التشابهية Transmitters، و المشغلات التشابهية مثل بلفات السيرفو Servo Valves.

تشكل ال IEDs (Intelligent Electronic Devices) فئة مهمة من هذا المستوى، و تتميز بقدرتها على اعطاء قدرة اكبر للاتصال مع المتحكمات و عدد اقل من الاسلاك.

يمثل الشكل التالي الاجهزة الممكن استخدامها ضمن شبكة نظام السكادا:



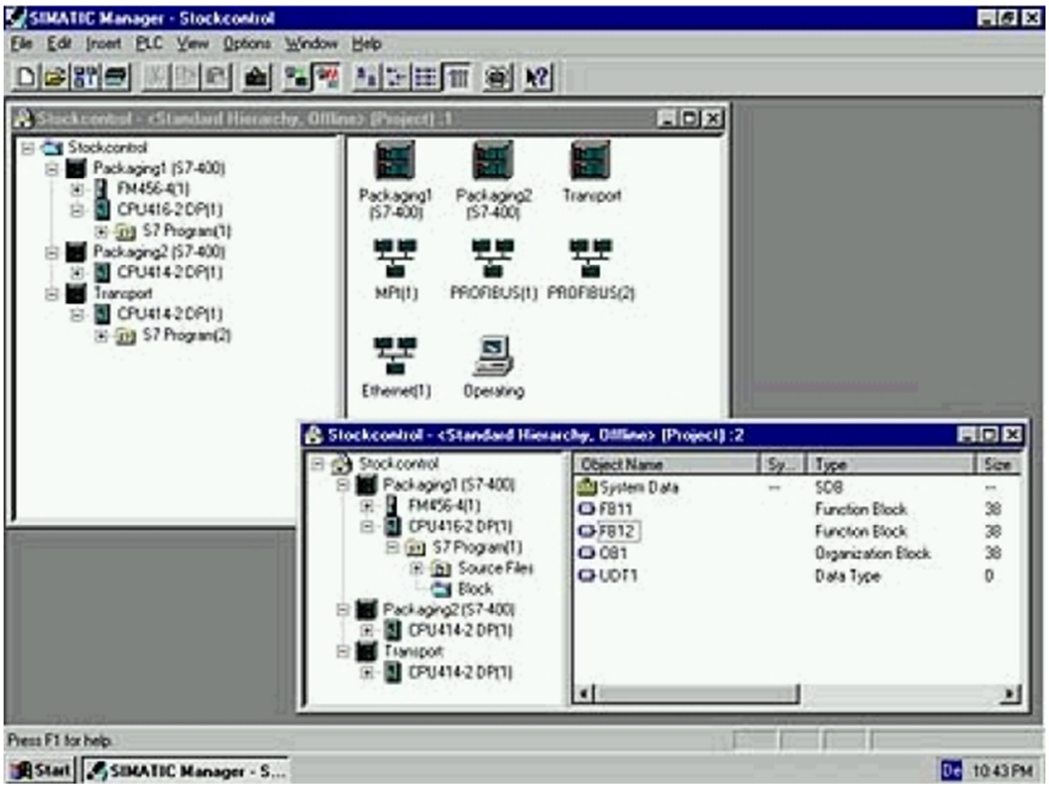

## Step 7

هو البرنامج الخاص بالتعامل مع انظمة الاتمتة التي تستخدم ال CPUs : S300 و S400، و الذي يتعامل مع برمجة اعداداتها وبرمجة المنطق logic الخاص بالمنشاة، بالاضافة الى التعامل مع ال RTU المختلفة من وحدات مداخل او مخارج رقمية او تشابهية، بالاضافة الى وحدات واجهات الاتصال.

وظائف ال Step 7:

- حفظ البيانات بشكل مختصر على شكل مشروع Project.

- برمجة المنطق Logic بعدة لغات منها STL, LAD, FBD، مع امكانية التغيير بين هذه اللغات بسهولة.
- تعديل خصائص ال CPU.
- تعديل عناوين Address الوحدات.
- خاصية تشخيص الاعطال و اظهار رسائل الانذارات.
- عرض البيانات المرجعية Reference Data.



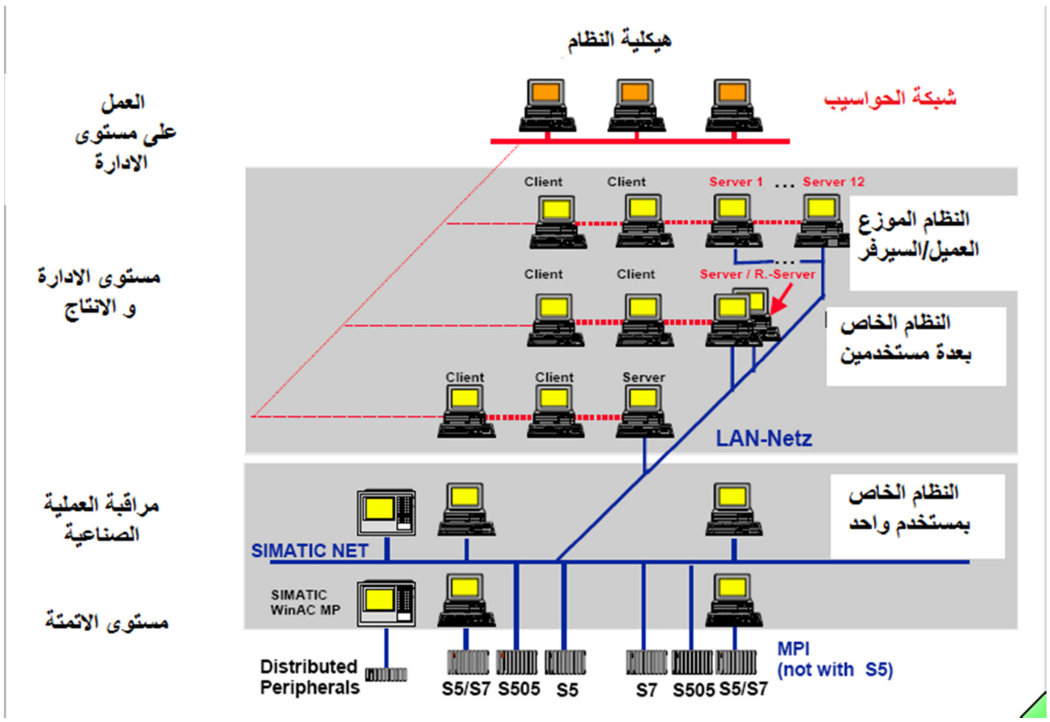

## SIMATIC WINCC

SIMATIC WinCC اختصار ل Windows Control Center، و هي عبارة عن حزمة من البرامج مع امكانية عرض ال HMI من خلال نظام الويندوز، تمكنك انظمة ويندوز التي تعمل على معالجات 32 Bit من القيام بالوظائف المطلوبة بسرعة و الاستجابة بشكل فعال الى الانذارات و الاحداث. تمكنك حزمة هذه البرامج من العمل مع مختلف الاجهزة من خلال قاعدة بيانات تتفاعل مع برنامج Step 7، بالاضافة الى مجموعة كبيرة من المكتبات الجاهزة.

الخصائص:

- محرر الواجهات الرسومية Graphic Editor من اجل عمل واجهات ال HMI.
- نظام الرسائل باستخدام الارشفة Archiving.

- ارشفة القيم المقاسة.
- نظام التقارير Report System.
- التحكم في اعدادات النظام.
- قاعدة بيانات مشتركة.




يمثل الشكل السابق هيكلية النظام في WinCC:

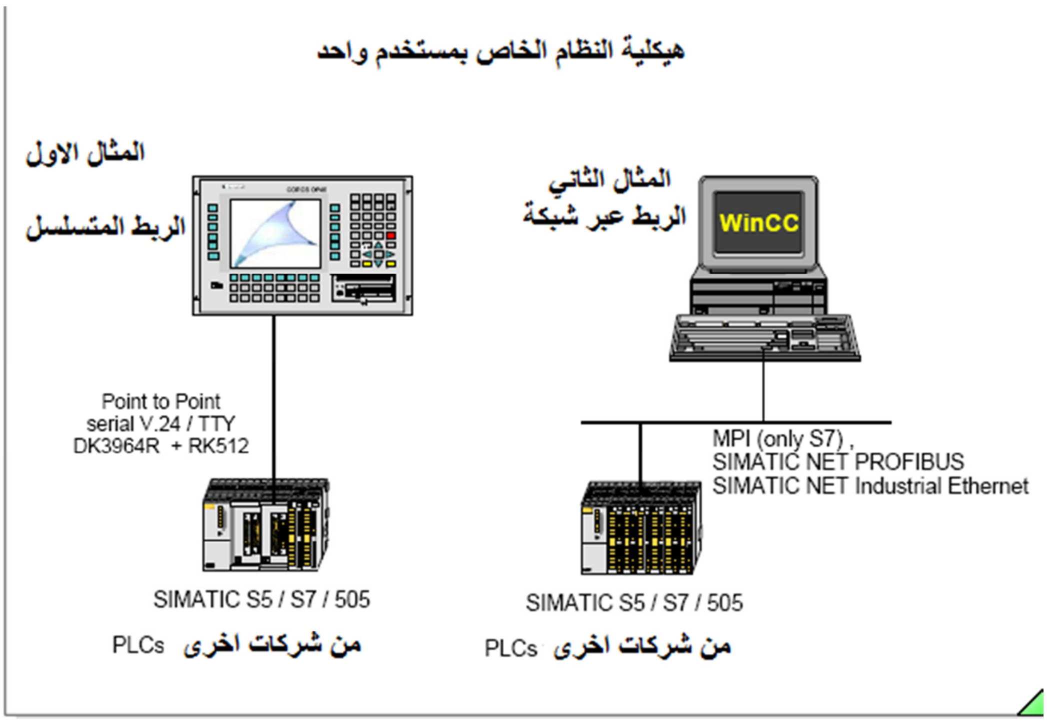
- يمكن التعامل مع ال HMI من خلال عدة مستخدمين.
- التوافق بين الانظمة الموزعة Distributed Peripherals مع الانظمة في WinCC و امكانية التعامل معها من خلال عدة سيرفرات.
- يتم ربط كل العملاء بالسيرفر من خلال شبكة حاسوب.
- يتلقى العميل كل البيانات من السيرفر.
- يمكن لاي حواسيب على مستوى التخطيط من الادارة الدخول الى قاعدة بيانات WinCC.
- يمكن استخدام SIMATIC Industrial Ethernet process الخاص بالبيئة الصناعية للعمل ضمن النظام.

## النظام الخاص بمستخدم واحد

تحدثنا في الفصل الخاص السابق عن وجود عدة هيكليات يمكن عمل نظام السكادا من خلالها حسب حجم المنشاة و كم البيانات المطلوبة.

يستخدم النظام الخاص بمستخدم واحد Single User System في المصانع الصغيرة التي تحتوي عددا صغيرا من التطبيقات، و لكن يمكن ايضا توفير HMI للمشغل بحيث يتمكن من مراقبة النشاطات في المصنع.

يحتوي هذا النظام على سيرفر واحد، و لكن ما هو مهم ان نعرفه انه يوجد سيرفر واحد على مستوى الهاردوير، و لكنه يحتوي على جميع الوظائف المطلوبة مثل سيرفر ال OPC و سيرفر ال DBMS و سيرفر معالجة البيانات، فهي كلها سيرفرات منفصلة يتم التعامل معها على هذا الاساس من خلال السوفت وير.




لاحظ من الشكل يمكن الربط من خلال شبكة حاسوب، كذلك يمكن استخدام نقطة الى نقطة Point to Point و ان شاء الله سنتعرض له في فصول لاحقة، كذلك يمكن الربط مع PLC من شركات اخرى من خلال تعريف ال DDE.

## النظام الخاص بعدة مستخدمين

يستخدم النظام الخاص بعدة مستخدمين Multi User System في المنشات الكبيرة، الان لا بد من مراجعة بعض المصطلحات:

على مستوى الهاردوير:

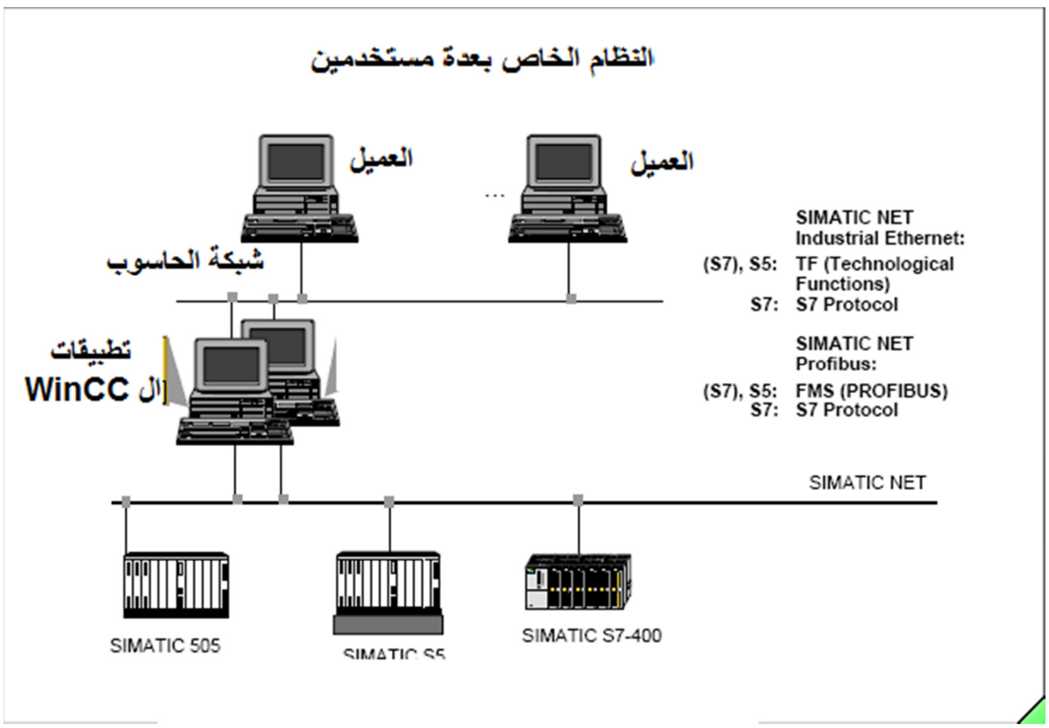
- يوجد بعض السيرفرات التي يتم من خلالها التحكم بتطبيقات ال WinCC المختلفة.
- عدد هذه السيرفرات يعتمد على حجم التطبيقات.

- لكل واجهة للمستخدم Operator Interface، اي لكل شاشة يعمل عليها المشغل لا بد من سيرفرمنفصل، يمكن ربط ٣٢ سيرفر خاص بالمشغلين.
- وجود سيرفر خاص بالتحكم بشبكة الحاسوب يطلق عليه عادة Domain Server.

على مستوى السوفت وير:

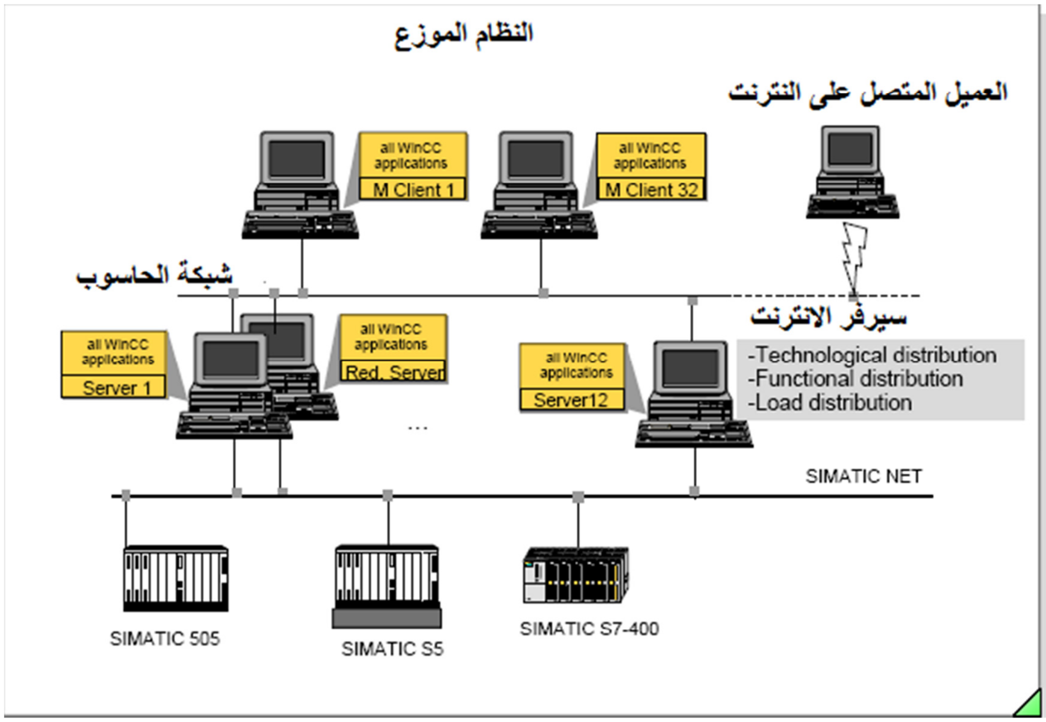
يمكن الدخول الى اي من السيرفرات من اي واجهة خاصة بالمشغلين، من خلال السوفت وير الخاص بالسيرفر، و لكن عادة ما يكون هناك مستويات من الامكانيات المتاحة Authorization متوفرة من خلال اسم المستخدم User و كلمة السر Password، فالفكرة ان جميع الشاشات مربوطة بشبكة، و ليس كما يعتقد البعض بان كل شاشة مختصة بسيرفرمعين.

كما تتوفر خاصية الدعم Redundancy، و في حالة حدوث فشل failure في احد السيرفرات، يتم التحويل الى الاحتياطي بشكل الي.



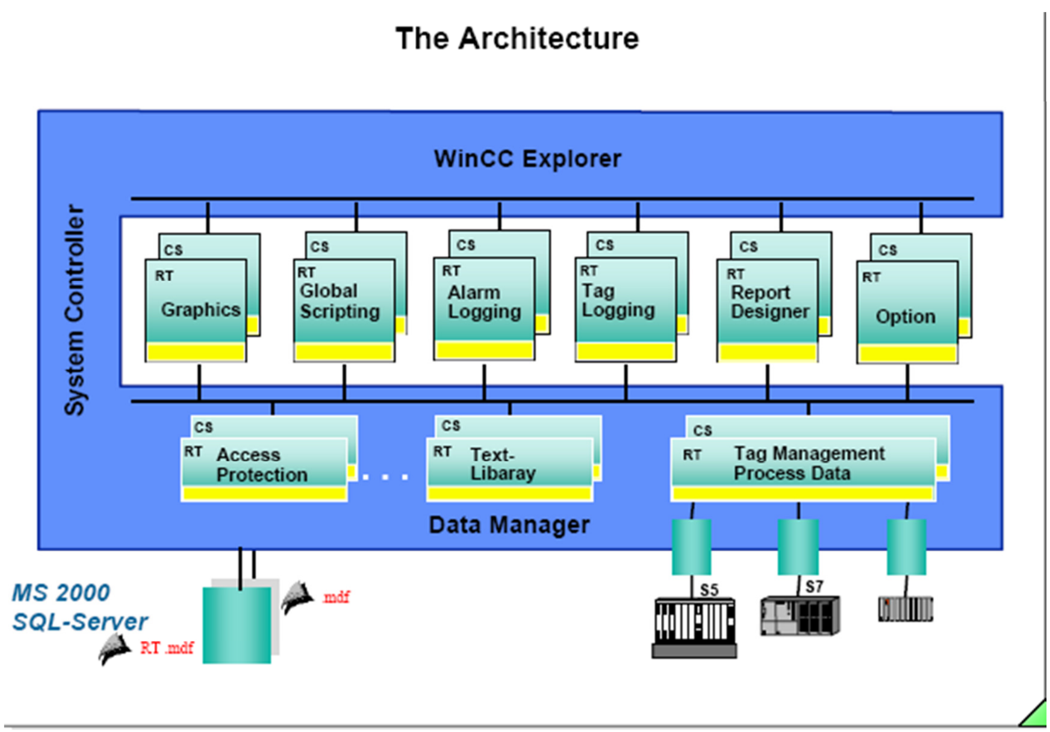

## النظام الموزع ( الانترنت)

النظام الموزع Distributed System يمكنك من ربط الشبكة اما من خلال الانترنت او عن طريق شبكة WAN بالادارة الخاصة بمجموعة من المنشات، و هذا ما تحدثنا عنه في مستوى التخطيط Planning Level.




نحب ان نشير في هذه الحالة الى ضرورة وجود سوفت وير حماية Firewall قوي، لان دخول فيروس الى الشبكة يسبب مشكلة كبية حيث ان هذه السيرفرات تتحكم بمصنع، و دخول فيروس قد يسبب خطر على الناس و المعدات.

## هيكلية النظام



يوضح الشكل السابق هيكيلية السوفت وير في WinCC، و كيفية ارتباط الوحدات المختلفة بمتصفح WinCC، لاحظ الاتي:

المتصفح WinCC Explorer: يجمع بين البيانات الضرورية لعمل الانظمة المختلفة الخاصة بمستخدم واحد او عدة مستخدمين، و يضمن تخزين البيانات بشكل هيكلي منظم يسمح بالعودة لاسترجاع البيانات من قاعدة البيانات عند الحاجة.

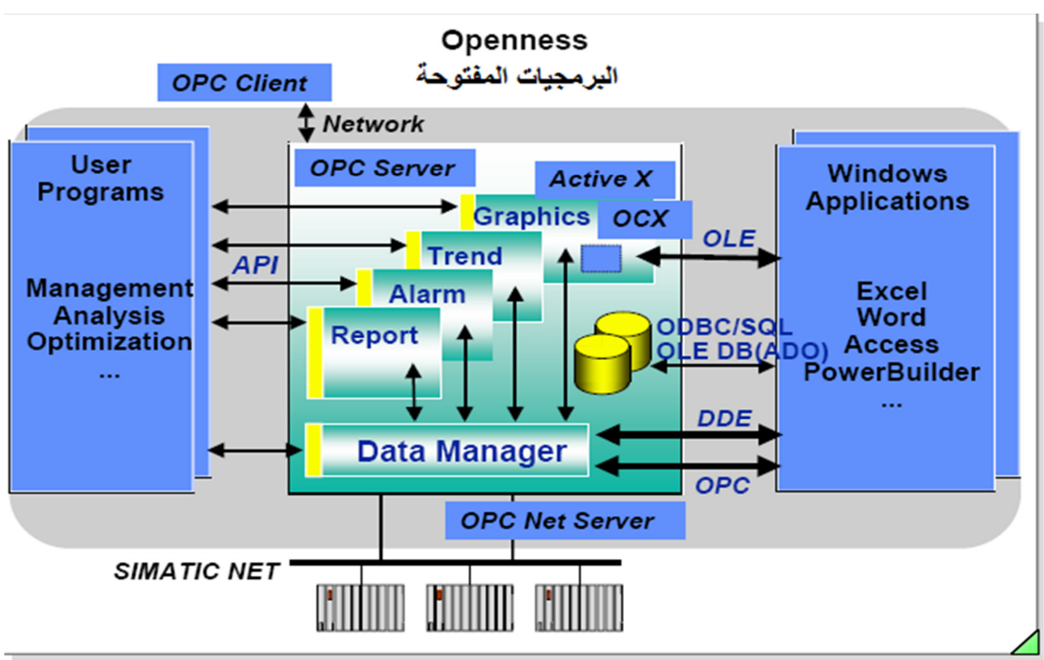
متحكم النظام System Controller: يتحكم بتبادل الاتصالات بين المحطات، ايضا يوفر خاصية التحكم بالمشروع من خلال شبكة بالنسبة للانظمة الخاصة بعدة مستخدمين، بالاضافة الى الاتصالات بين السيرفر و العميل، بالاضافة الى التحكم بالتوجيه من خلال الناقل Bus.

منظم البيانات Data Manager: يعتير نقطة البداية عند بدء العمل على المهام المختلفة، و هو موجود على كل محطة و يعمل جنبا الى جنب مع متحكم النظام. مهمته الرئيسية الدخول الى البيانات من ال RTU و التي يطلق عليها Tags بالاضافة الى التحكم بنظام الاتصال.

وحدات المهام Function Modules: و التي تقوم بالوظائف المختلفة لنظام السكادا، و تشمل:

- مصمم الواجهات Graphic Designer.
- محرر النصوص Global scripts.
- نظام الولوج الى الانذارات Alarm logging.
- نظام الولوج الى الاشارات Tag logging.
- منظم التقارير Report designer.

يستخدم WinCC قاعدة بيانات SQL Server، و لذلك لا بد من تنزيل السوفت وير الخاص ب SQL مع الحزمة الخاصة ب WinCC.

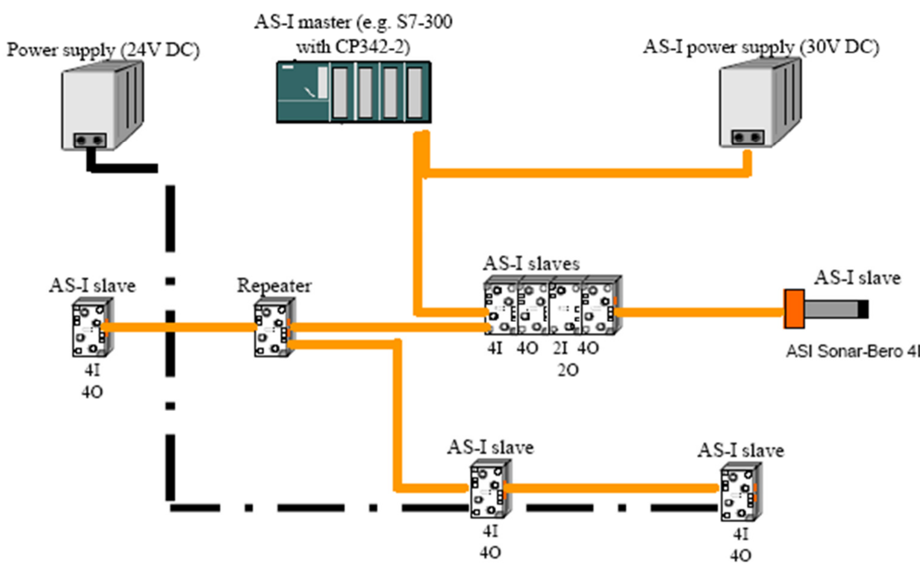


يبين الشكل السابق توافق حزمة WinCC مع البرمجيات المفتوحة و التي تم شرح اغلبها في الفصل السابق، و التي تساعد البيئة الصناعية على التعامل مع برمجيات ال Windows.

## ASI

واجهة الحساس/المشغل الميكانيكي Actuator-Sensor-Interface يستخدم لنقل المعلومات على مستوى الحقل Field بحيث يسمح للحساسات و المشغلات الميكانيكية في البيئة الصناعية بالتواصل مع وحدات الادخال و الاخراج، و يزودها بالطاقة الازمة.

هذه الواجهات تعمل على ربط مجموعة من الحساسات بجهاز قريب منها، و من ثم يتم نقل البيانات من خلال كيبل واحد مكون من سلكين الى وحدات الادخال و الاخراج، هذه الاجهزة مصممة لتحمل البيئات الصناعية الصعبة، فهي تعمل على IP65 و IP 67، و هذه القيم ممتازة فهي تشير الى ان هذه الاجهزة مقاومتها للغبار و الماء جيدة.




يبين الشكل السابق اعدادات ال AS-I حيث يمكن ربط جهاز رئيسي CP342-2 مع ٣١ جهاز ASI فرعي، و اذا دعت الحاجة الى عدد اكبر من الاجهزة لا بد من استخدام وحدة رئيسية اخرى.

مكونات نظام ال AS-I:

- مصدر فولتية 30 V DC، و يتم ربطه مباشرة الى دائرة البيانات.



- كيبل مكون من سلكين.



- الوحدة الرئيسية Master.



- الاجهزة الفرعية AS-I slaves.






- جهاز ادخال العناوين addresses.




بهذا نكون قد تعرضنا الى الهيكلية العامة لانظمة Siemens في السكادا، كتطبيق عملي على المفاهيم التي نعرضنا لها في فصول سابقة.

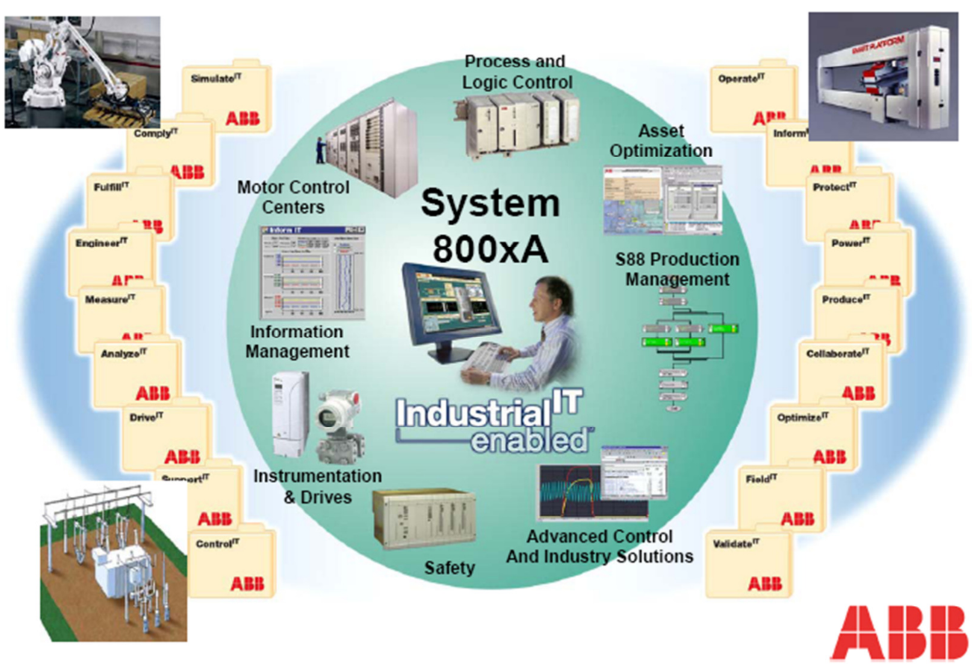
**اعداد عبدالرحمن مصلح**

# الفصل السادس: ABB SCADA

تقسم انظمة السكادا كما ذكرنا في فصل سابق الى قسمين، مفنوح الملكية و مغلق الملكية، تحدثنا في الفصل السابق عن انظمة Siemens، و ذكرنا ان الهدف هو التغريف باحد الانظمة المشهورة و ربط المفاهيم بالتطبيق العملي، و تحدثنا بشكل اساسي عن هيكلية النظام، هذا الفصل سيتحدث عن انظمة ABB، و هو اختياري القراءة، و لكن الهدف منه توضيح التشابه الكبير بين انظمة السكادا من موردين مختلفين.

ستلاحظ في هذا الفصل التشابه الكبير في المفاهيم و ان تغيرت المصطلحات، و لذلك فان دراسة احد الانظمة سيكون كافي حتى لو عملت في احد المصانع بنظام اخر، بسبب التشابه الكبير في المفاهيم، و الفرق هو في الاجراءات التي يتبعها كل مورد في نظامه الخاص.

نظام السكادا المستخدم من ABB يطلق عليه Industrial IT System 800XA، و هو عبارة عن نظام يغطي الوظائف و الاعدادات لمختلف العمليات الصناعية.




يدعم هذا النظام تدفق المعلومات خلال العملية الصناعية من التصميم، الطلب و التركيب و انتهاء بالعمل و الصيانة.

## التركيب الاساسي لنظام 800 XA

يتميز نظام 800XA باستخدام مجموعة من التطبيقات مفتوحة المصدر في حزمة السوفت وير، بالاضافة الى مجموعة من البروتوكولات و انظمة التشغيل الشهيرة مثل Windows، يبين الشكل التالي مجموعة كبيرة من هذه الانظمة.

- Windows 2000 / XP
- Internet Explorer
- Visual Basic
- ActiveX Controls
- OPC - OLE for Process Control
- Microsoft Component Object Model (COM)
- Profibus
- Fieldbus Foundation

ان اساس نظام 800 XA الذي يعتمد عليه هو وجه المجسم Aspect Object، و الذي يسمح بتبادل البيانات و الانتقال عبر قواعد البيانات بشكل سهل و منظم، يتم ربط المتحكمات المنطقية مع النظام بحيث يسمح بتبادل البيانات التي تم جمعها من الوحدات الموزعة بين السيرفرات المختلفة.

المجسمات Object هي تلك المنتشرة في العملية الصناعية، و قد تكون على انواع مختلفة، مثل المجسمات الحقيقية كالبلفات و المحركات و الحساسات و غيرها، هذه المجسمات هي الموجودة على ارض الواقع في المنشاة الصناعية.

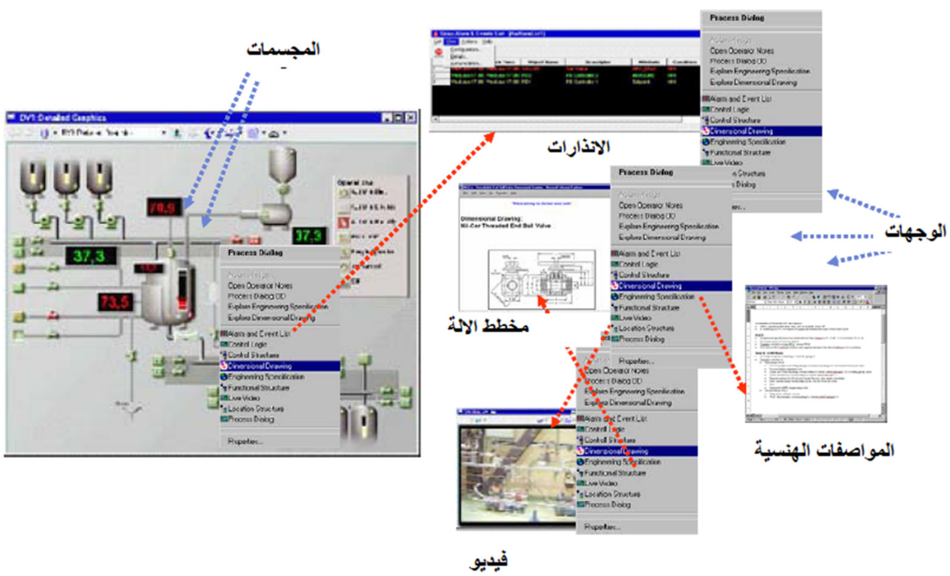
يمكن وصف هذه المجسمات الحقيقية من وجهات مختلفة، كل وجه يصف مجموعة معينة من المعلومات المتعلقة به و بعض الوظائف الخاصة، و هذا هو مفهوم الوجه Aspect الخاص بالمجسم Object.

من الضروري فهم هذين المصطلحين عند التعامل مع التطبيقات المختلفة للنظام، هذه التطبيقات المختلفة لا يمكن ربطها بشكل مباشر، و لكن لا بد من وجود الية

لتبادل البيانات فيما بينها، و بذلك تتوفر لدينا مجموعة من التطبيقات المدمجة التي تسهل علينا استخدام الجوانب المختلفة للمجسم Object.

لاحظ التشابه بين ما سبق شرحه و سياسة TIA من Siemens، و هي السياسة التي تسعى كل الشركات لتحقيقها من خلال منتجاتها.

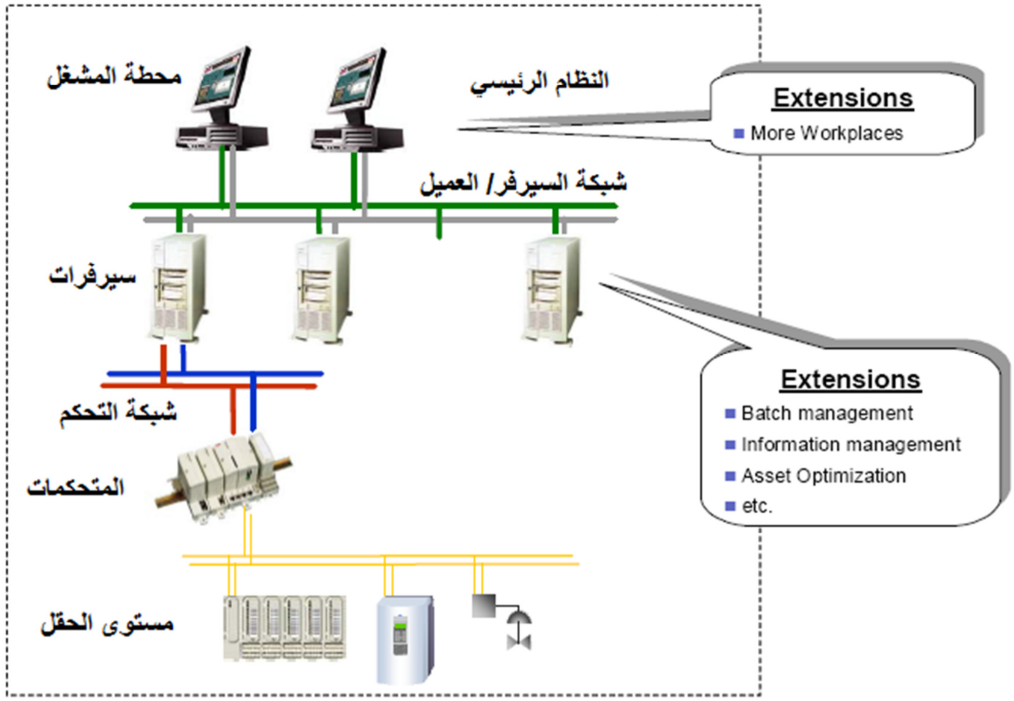
يمكن الانتقال الى الجوانب المختلفة من المجسم بسهولة ويسر من خلال نظام مبادرة التصفح Initiative Navigation، حيث يتم الوصول بسهولة الى ال HMI المختلفة في المنشاة الصناعية بسهولة ويسر من خلال المتصفح و استخدام الاختصارات و توفير خاصية التاريخ.




كما يبين الشكل السابق، فلو اخذنا الخزان مثلا، فهو مجسم Object، اما الوجهات المختلفة لهذا الخزان فتشمل صورة ال HMI، الانذارات المتعلقة به، مخطط ميكانيكي على اوتوكاد مثلا، و صورة فيديو حية من الموقع، لاحظ كيف يمكنك التنقل بين الوجهات المختلفة فقط من المتصفح.

## هيكلية النظام

يتكون نظام ال 800XA من نظام رئيسي Core System و مجموعة من الخيارات المتاحة، بالنسبة للخيارات الاخرى تمثل وظائف يمكن اضافتها الى النظام حسب متطلبات العملية الصناعية و كيفية التحكم بها.




كما هو الحال في جميع انظمة السكادا، حزمة السوفت وير تقوم بوظائف مختلفة من خلال السيرفرات، اما محطة المشغل Operator Workstation فهي من خلالها يتم الدخول الى الاعدادات و مراقبة ال HMI للمنشاة الصناعية.

بالنسبة للوظائف المختلفة من السيرفرات يمكن استخدام سيرفر واحد فقط في حال ان المنشاة صغيرة، و لكن بالطبع وظيفة كل سيرفر منفصلة عن الاخرى من خلال السوفت وير، و هذا ما يطلق عليه العقدة المنفردة Single Node.

## وظائف السيرفرات المختلفة:

١) سيرفر النطاق Domain Server:

يمكن للانظمة الصغيرة ان تعمل دون الحاجة لهذا السيرفر، في هذه الحالة يتم عمل ضبط للعقد و المستخدمين من خلال مجموعات الويندوز Workgroup، و من ثم يجب ضبط الاعدادات الخاصة بال Security للعقد بشكل منفصل ضمن كل المجموعات.

معالجة المستخدمين داخل الويندوز يتم من خلال مكان مركزي اسمه سيرفر النطاق Domain Server، لا بد من توافر سيرفر واحد، و لكن بالنسبة للانظمة الكبيرة و لتوفير مرونة اكبر فان توافر عدة سيرفرات يعتبر افضل.

٢) سيرفر الوجهة Aspect Server:

يعتبر هذا السيرفر الدماغ المحرك للنظام، بحيث يقوم باستضافة دليل الوجهات Aspect Directory و بعض الخدمات الاخرى المتعلقة بادارة المجسمات و الاسماء و ال Security.

يوجد في شبكة التحكم سيرفر وجهة Aspect Server واحد فقط، اما في حالة وجود نظام الدعم Redundancy فيمكن توافر حتى ٣ سيرفرات.

بعض الخدمات التي يقوم بها سيرفر الوجهة Aspect Server:

- استضافة دليل الوجهات Aspect Directory.
- نظام توزيع الملفات (FSD (File Set Distribution.
- سيرفر الهيكلية و الاسماء (SNS ( Structure and Names Server.

٣) سيرفر التوصيل Connectivity Server:

يعمل هذا السيرفر كحلقة وصل بين الحاكمات المنطقية CPUs و الاجهزة الاخرى الموزعة خلال الشبكة، من الممكن تواجد اكثر من سيرفر توصيل Connectivity Server في شبكة التحكم الواحدة حسب عدد الاشارات الكهربائية المستخدمة في المنشاة الصناعية.

بعض الخدمات التي يقوم بها سيرفر التوصيل Connectivity Server:

- الدخول الى بيانات OPC.
- الدخول الى الانذارات و الاحداث من خلال ال OPC.
- الدخول الى البيانات المؤرخة Historical Data.
- رسائل النظام.

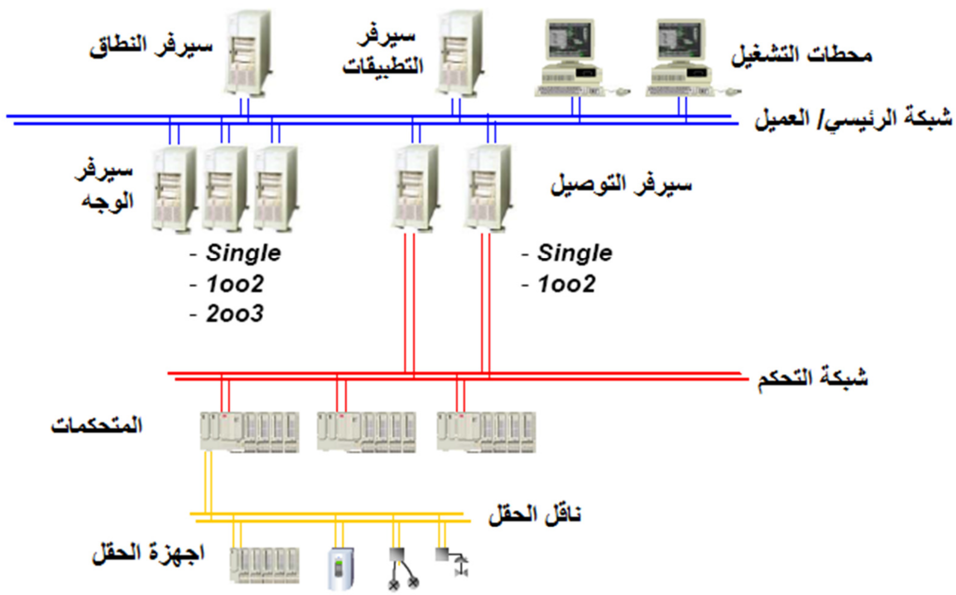
٤) سيرفر التطبيقات:

سيرفر خاص يتعلق بالانظمة الاضافية التي من الممكن اضافتها الى النظام الرئيسي Core System حسب متطلبات العملية الصناعية مثل:

- Batch Management.
- Asset Optimization.

## هيكلية الشبكة

ان نظام وجه المجسم Aspect object يعتمد على مجموعة من السيرفرات المترابطة فيما بينها و التي تتبادل البيانات عبر مستويات مختلفة، محطة المشغل تستخدم نظام الرئيسي/ الوكيل للاستفادة من الامكانيات التي توفرها سواء على جهاز حاسوب واحد بالنسبة للانظمة الصغيرة، او على عدة اجهزة من العملاء و الاجهزة الرئيسية في المنشات الكبيرة.




يمثل الشكل السابق هيكلية الشبكة في نظام 800 XA، يتكون هذا النظام من المستويات التالية:

١) شبكة المصنع Plant Network:

من الممكن تخصيص شبكة المصنع لتشمل العملية الصناعية داخل المنشاة، او ان تكون جزءا من شبكة مصانع مربوطة معا على الانترنت.

ربط المنشاة مع منشات اخرى عبر الانترنت او اي وسيلة اخرى لا بد ان يتم من خلال ضوابط امنية عالية.

٢) شبكة الرئيسي/العميل Client\Server Network:

تستخدم هذه الشبكة للتخاطب بين السيرفرات و نقل البيانات، و كذلك ضبط الاتصالات بين السيرفرات و العملاء و محطات المشغلين Operator Stations.

من خلال موجه Router، يمكن ربط هذه الشبكة بالانترانت مع الادارة، و المقصود بالنترانت شبكة داخلية، او على الانترنت من خلال حماية قوية Firewall، لا يفضل ربط هذه الشبكة بالانترنت او الانترانت، و ذلك حماية للاشخاص و الممتلكات من دخول فيروس الى النظام، فدخول فيروس الى شبكات الحاسوب في الشركات من الممكن ان يؤدي الى تلف الملفات، و عمل دعم Backup من الممكن ان يوفر حماية من هذه المشكلة، و لكن اذا تسلل احدهم الى شبكة السيرفرات في المصنع فمن الممكن ان يعمل مصيبة، و لذلك فاغلب شركات التحكم الالي توفر هذه الخاصية و لكنها لا تنصح بها Not recommended، و تركز دائما في حال استخدامها على الاحتياطات الامنية، و التي الى الان في عالم الحاسوب لم تتمكن من حل مشكلة اختراق الاجهزة.

في المنشات الكبيرة التي تستخدم اكثر من عقدة واحدة، لا بد ل 800XA من نطاق خاص به، و هذا يتطلب متحكم نطاق Domain Controller، و سيرفر DNS، بالنسبة الى المصطلحات المستخدمة في الشبكات تم التعرض لها في الفصل الثاني.

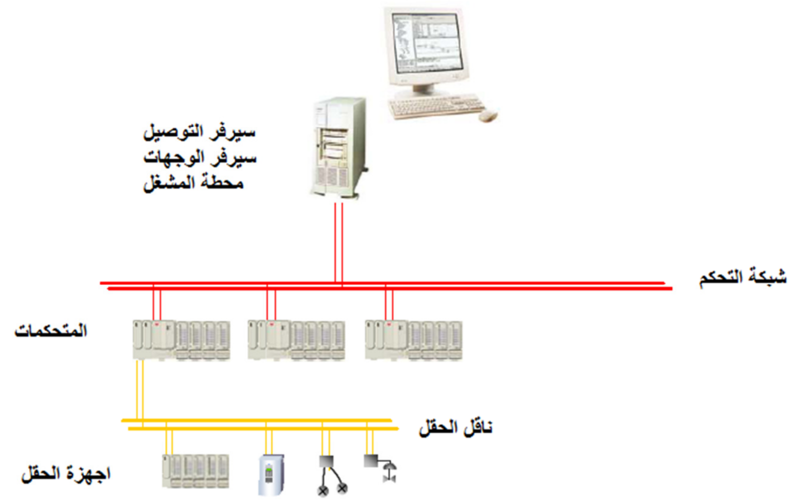
٣) شبكة التحكم Control Network:

هو عبارة عن شبكة محلية مصممة لتستخدم نظام اتصالات سريع و كفء، و وجود الية لعمل اعدادات ثابتة لزمن الاستجابة Response Time، تستخدم هذه الشبكة لربط المتحكمات بالسيرفرات.

يتم ربط المتحكمات و سيرفرات التوصيل من خلال هذه الشبكة، و يمكن عمل دعم Redundancy لها، بينما تستخدم نواقل الحقل Field Buses لربط وحدات المداخل و المخارج و الحساسات الذكية و مختلف الاجهزة على مستوى الحقل الموزعة في المصنع. و ربط هذه الاجهزة من خلال المتحكمات الى السيرفرات.

## نظام العقدة الواحدة

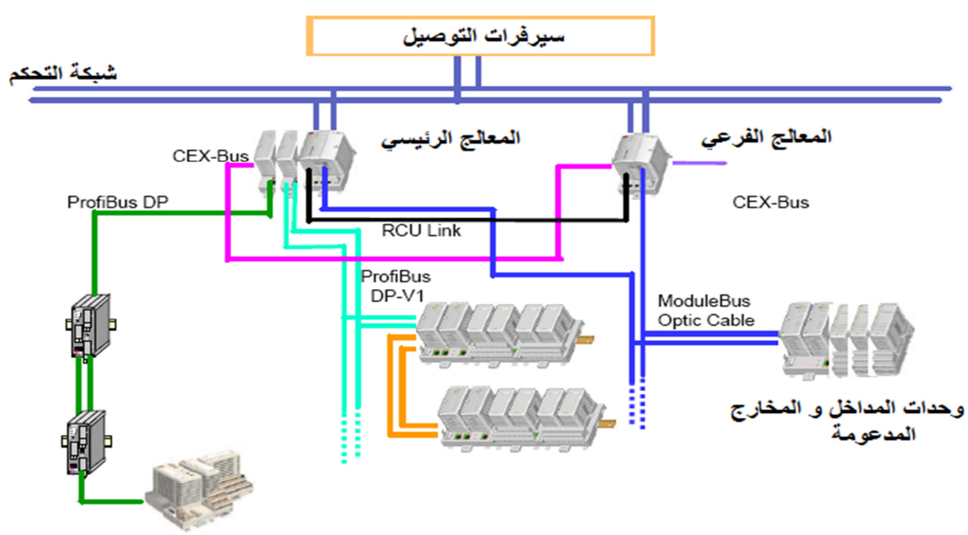
نظام العقدة الواحدة Single Node System يستخدم في الانظمة ذات التطبيقات الصغيرة، حيث نكون جميع سيرفرات 800XA و محطة المشغل على جهاز سيرفر واحد كما يبين الشكل:




النظام له عقدة واحدة فقط، اي سيرفر واحد، و كل حزمة السوفت وير الخاصة بجميع السيرفرات يتم انزالها على نفس الجهاز، و لكن يمكن ربط عدد قليل من المتحكمات و استخدام تطبيقات صغيرة.

## الدعم Redundancy

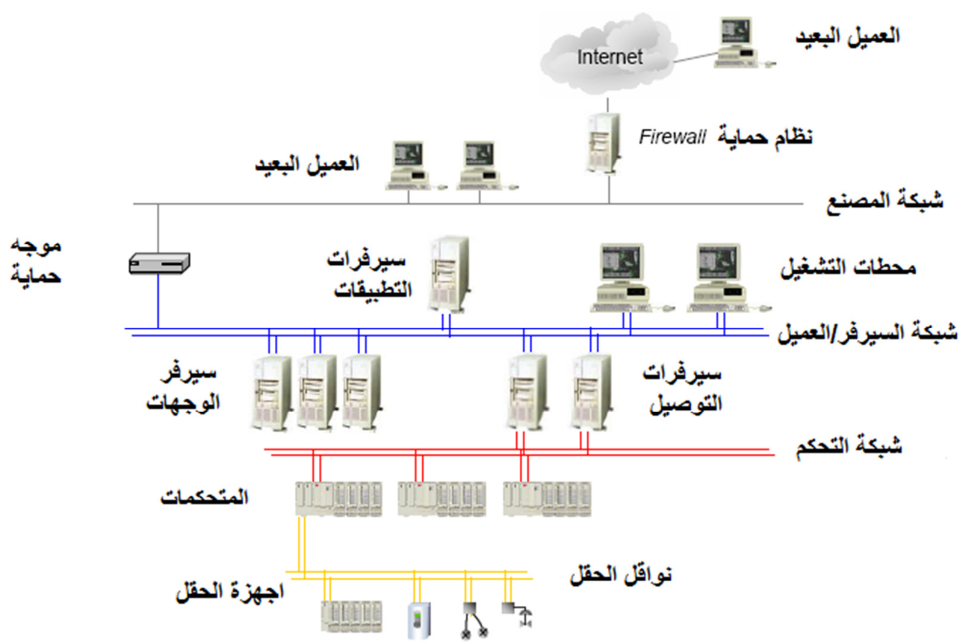
يمكنك نظام 800XA من استخدام نظام ذو كفاءة عالية حسب متطلبات العملية الصناعية الخاصة بك، حيث يعطيك الخيار في عمل دعم Redundancy لوحدات المداخل و المخارج، المتحكمات، شبكة التحكم، شبكة نواقل الحقل، سيرفر الوجهات، سيرفر التوصيل، محطات المشغل، و ذلك من خلال تحويل الي من الجهاز الرئيسي الى الاحتياطي.



## العميل البعيد

العميل البعيد Remote Client هي عبارة عن خدمة تقدمها شركة ABB، تسمح لمستخدم على جهاز حاسوب بعيد من الادارة مثلا، الدخول الى نظام 800XA دون الحاجة الى وجود اي سوفت وير خاص بال 800XA على جهازه، و ذلك فقط باستخدام Internet Explorer.

حيث تمكنك هذه الخاصية من الخول الى العمليات و البيانات المؤرخة في النظام، اما الدخول الى اعدادات النظام فهي محدودة بشكل كبير.




## مقارنة

في نهاية هذا الفصل يتضح لدينا التشابه الكبير بين انظمة السكادا من موردين مختلفين، و الامر نفسه بالنسبة للشركات الاخرى، فاذا كانت المفاهيم واضحة سيسهل عليك فهم النظام، و من ثم التعمق بالاجراءات المختلفة.

لاحظ التشابه في المفاهيم التالية و التي تختلف فقط في المسميات:

مستوى التخطيط – شبكة العميل البعيد.

مستوى التحكم – شبكة المصنع.

مستوى الخلية – شبكة السيرفر/ العميل.

مستوى الحقل – شبكة التحكم.

النظام الخاص بمستخدم واحد – نظام العقدة الواحدة.

النظام الخاص بعدة مستخدمين – النظام متعدد العقد.

النظام الموزع – نظام العميل البعيد.

**اعداد: عبدالرحمن مصلح.**

## الفصل السابع: Citect

يعتبر برنامج CitectHMI\ SCADA احد اهم حزم البرامج المستخدمة في انظمة السكادا في مختلف التطبيقات، هذا النظام تم تاسيسه من خلال شركة Citect، و في عام ٢٠٠٦ تم توقيع تعاون مشترك بين شنايدر الكتريك و Citect بحيث اصبحت شركة شنايدر المسؤولة عن البرنامج، و هو يدعم مجموعة كبيرة من منتجات شنايدر بالاضافة الى شركات اخرى من خلال سيرفر OPC.

ميزات نظام Citect:

- اعطاء المشغل القدرة على التحكم الكامل او الجزئي من خلال واجهة رسومية و امكانية عمل عدة صفحات.
- امكانية اضافة الانيميشن الى الواجهة الرسومية لمزيد من الواقعية في الاداء.
- اظهار الانذارات من خلال الرسائل او الواجهة الرسومية.
- التحكم، المراقبة، و امكانية الولوج الى المعلومات المؤرخة.
- امكانية عمل الرسوم البيانية Trends.
- امكانية عمل نظام امان مكون من عدة مستويات.
- امكانية تبادل البيانات في المنشاء مع تطبيقات برمجية اخرى من اجل التحليل.

يقسم Citect الى قسمين رئيسين بشكل اساسي:

١) بيئة الاعدادات Configurations.
٢) بيئة التشغيل Runtime.

## بيئة الاعدادات Configurations

تقسم بيئة الاعدادات الى مجموعة من الادوات او التطبيقات Application، التي تستخدم لانشاء بيئة التشغيل Runtime، تتمركز اغلب وظائف بيئة الاعدادات حول المنظم Citect Explorer، و الذي يستخدم لانشاء و ادارة المشاريع.

يتم انشاء المشاريع لتقسيم الاعدادات بشكل برمجي Logical بحيث تكون سهلة التنظيم و على شكل مجموعات، و ذلك تبعا للتقسيم الوحدي داخل المنشاة الصناعية.

تتكون بيئة الاعدادات من المنظم Citect Explorer، محرر المشاريع Project Editor، منشىء الواجهات الرسومية Graphic Builder، و محرر Cicode.

## بيئة التشغيل Runtime

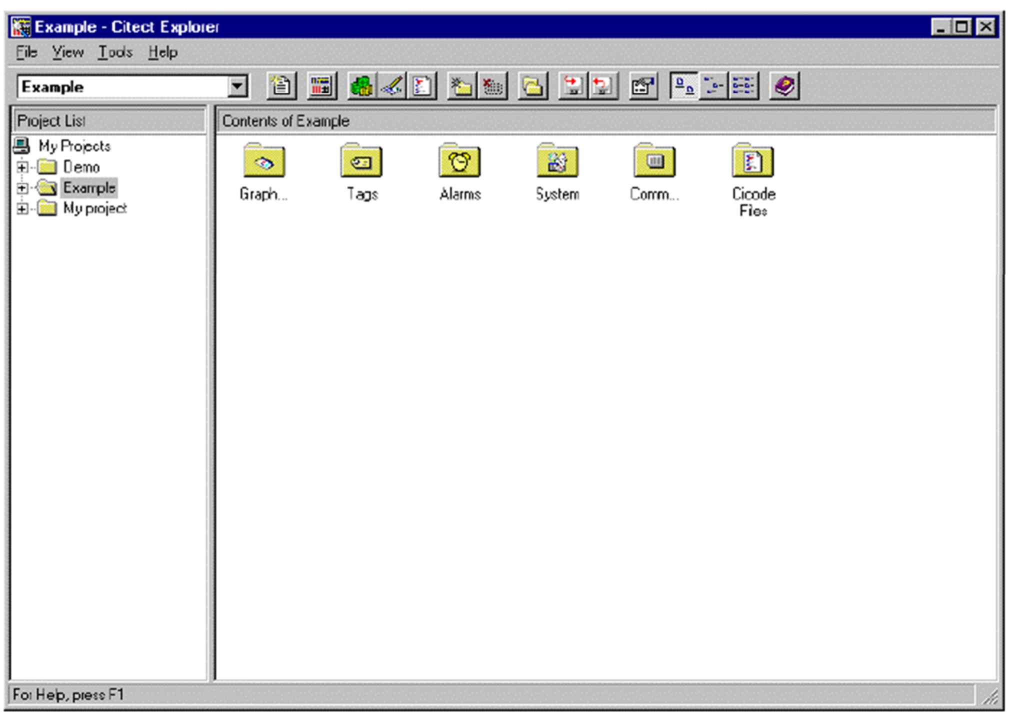
بيئة التشغيل Runtime هي عبارة عن النطبيق الذي ستستخدمه للتحكم و مراقبة العملية الصناعية، يتم ضبط بيئة التشغيل لتناسب متطلبات العملية و ذلك باستخدام بيئة الاعدادات، عند الانتهاء من اعداد المشروع، يتم عمل تحويل Compile للمشروع لانشاء بيئة التشغيل.

من خلال بيئة التشغيل يتخاطب CitectHMI\ SCADA مع وحدات المداخل و المخارج ، و يتفاعل مع الانذارات، يفضل وضع كلمة سر لاستخدام بيئة التشغيل، بحيث يمنع النظام المستخدم من اداخال اي قيم و يكون في وضع العرض Demonstration.

تتكون بيئة التشغيل بشكل اساسي من بيئة تشغيل التطبيقات Runtime Application ، كرنل Cicode Kernel، و مدمج Cicode Debugger.

## المنظم Citect Explorer

هي اداة تستخدم لانشاء و تنظيم المشاؤيع، و هي تتحكم ايضا ببيئة الاعدادات، و التي من خلالها يمكنك تشغيل محرر المشاريع Project Editor، منشء الواجهات الرسومية Graphic Builder، و محرر Cicode، كما هو مبين في الشكل التالي:

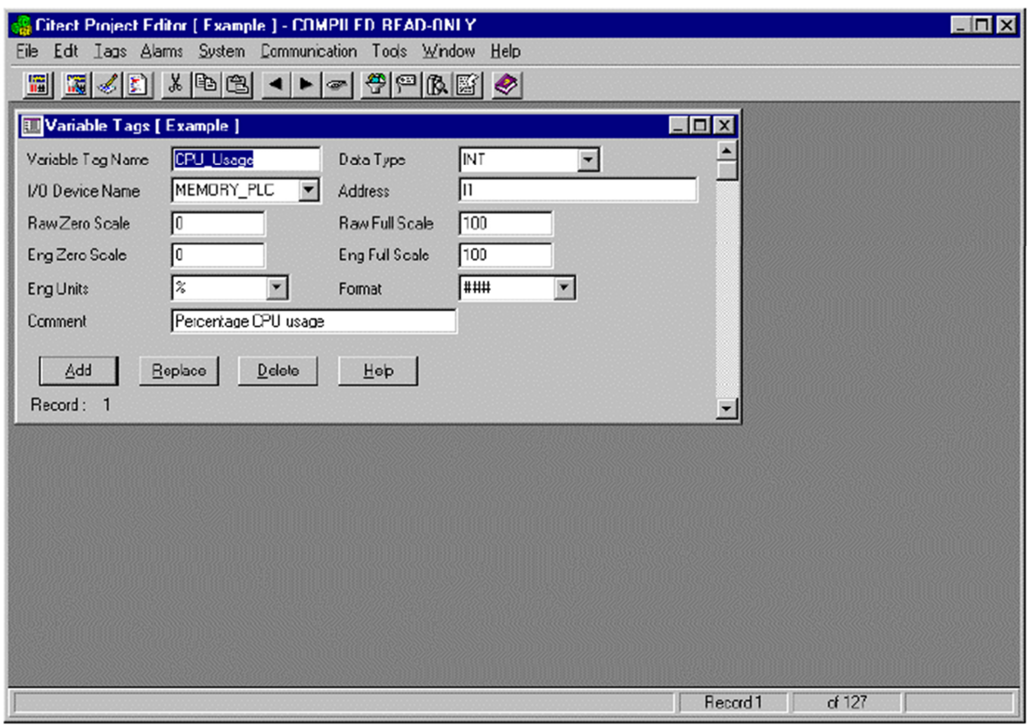


عند تشغيل المنظم سيتم بشكل الي تشغيل محرر المشاريع Project Editor، منشء الواجهات الرسومية Graphic Builder، و عند اطفاء المنظم سيتم ايضا اطفاء مجموعة من التطبيقات معه.

## محرر المشاريع Project Editor

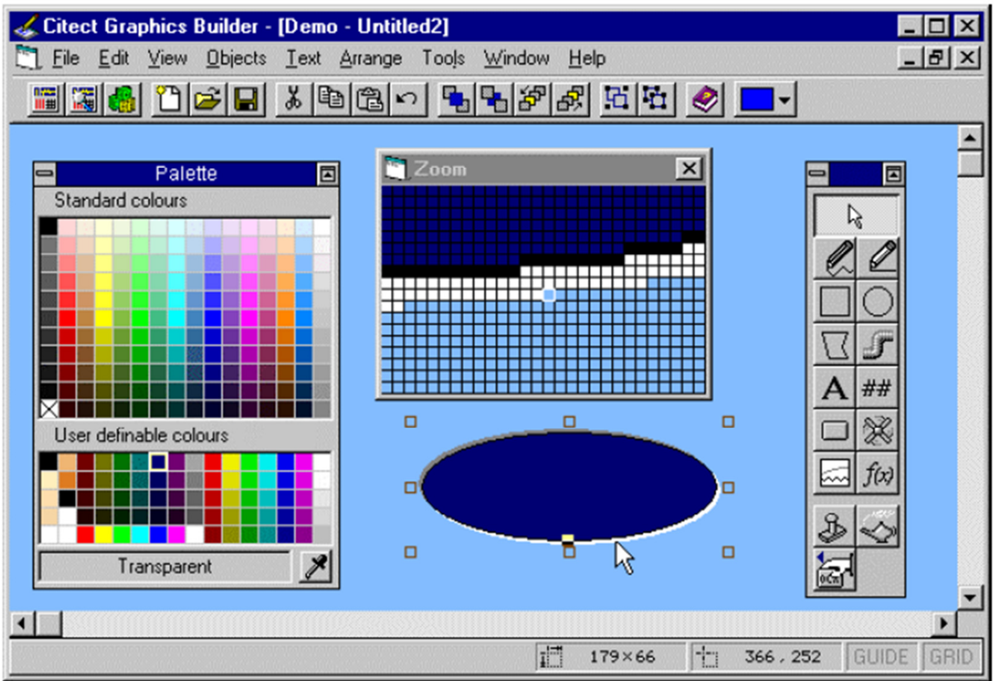
هي اداة التحرير التي تستخدم لتنظيم قاعدة البيانات التي تحتوي على المعلومات الخاصة بالاعدادات لمشروع المنشاة، و التي تتعلق بصفحات الواجهة الرسومية، و يتم من خلالها عرض كل السجلات الخاصة بقاعدة البيانات.

عند التعامل مع محرر المشاريع لا بد من اوامر خاصة و التي يتم الوصول اليها من خلال نظام القوائم، او من خلال شريط الادوات.



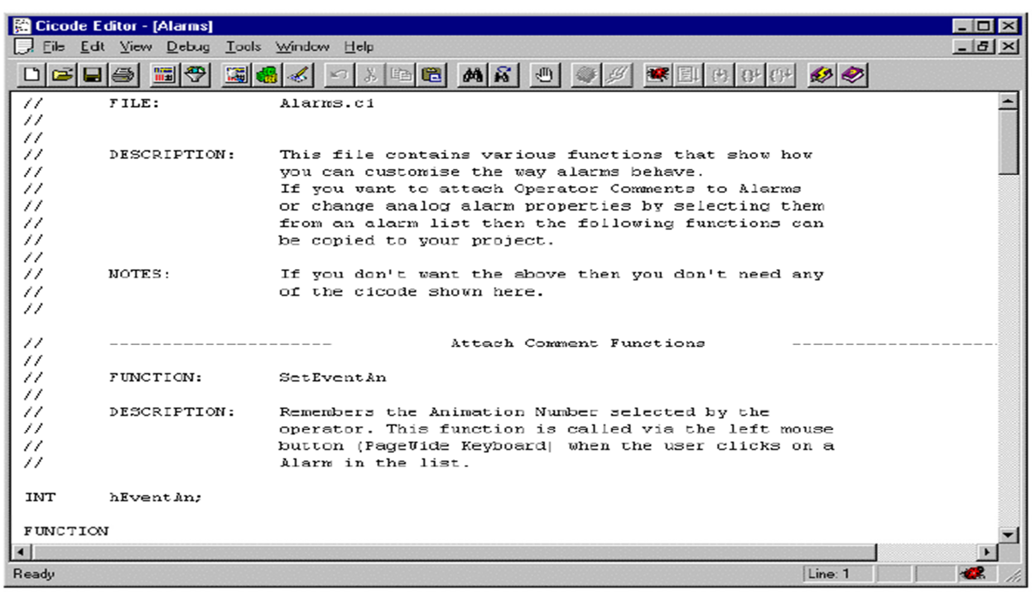

## منشء الواجهات الرسومية Graphic Builder

هي اداة تحرير تمكنك من انشاء الواجهات الرسومية، الصفحات و المجسمات، كما يبين الشكل التالي، لتسهيل العمل يتم تشغيل البرنامج بالنقر المزدوج على المجسم لعمل تحرير لخصائصه.




## محرر Cicode

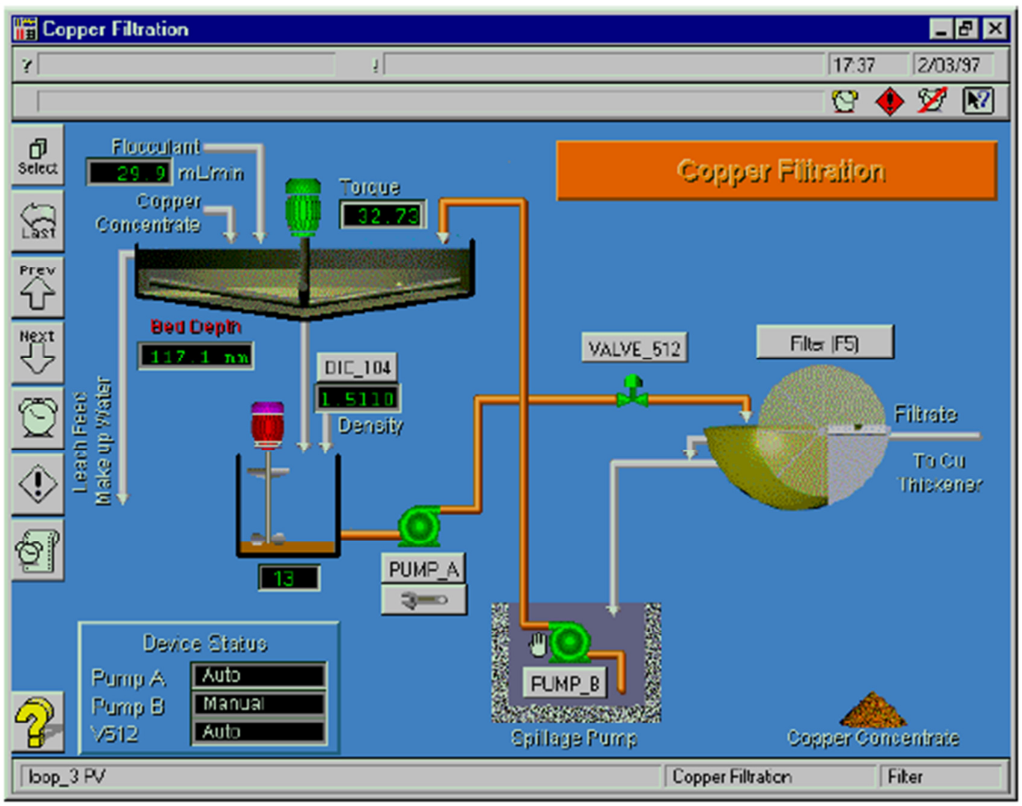
Cicode عبارة عن لغة برمجة طورت من شركة Citect و هي شبيهة بلغة باسكال، ليتم استخدامها في البرمجة باسلوب البرمجة المهيكلة Structured Text، وفرت شركة Citect من خلال هذه الاداة مجموعة كبيرة من API و التي تسمح بالربط برمجيا بين العملية الصناعية و الواجهة الرسومية.



يمكنك استخدام محرر Cicode كاداة مكتشفة للاخطاء Debugger، حيث تتابع الاخطاء الموجودة في البرنامج قبل عمل في بيئة التشغيل Runtime، كذلك يمكن استخدام هذه الخاصية من اجهزة بعيدة.

## بيئة التشغيل Runtime

هو عبارة عن الواجهة الرسومية للتصميم الذي قمت بعمله، و الذي ستستخدمه في التحكم و المراقبة، كما يوضح الشكل التالي:




بالاضافة الى بيئة التشغيل، اكثر المستخدمين لنظام Citect يستخدمون اداة اكتشاف الاخطاء Debugging لفحص الاداء الخاص بالنظام.

اعداد عبدالرحمن مصلح

## مقدمة

العمليات الصناعية المعقدة تتطلب استخدام انظمة تحكم متعددة، من الممكن ان يكون نظام التحكم المستخدم من خلال الحاكمات المنطقية PLC، او الروبوتات، او حتى حواسيب. حتى تعمل هذه المتحكمات مع بعضها، لا بد من نظام اتصال فيما بينها، سنتعرض خلال هذا الفصل الى مجموعة من انظمة الاتصال التسلسلية المستخدمة في عالم الحاسوب، و كيفية استخدام هذه الانظمة في ال PLC.

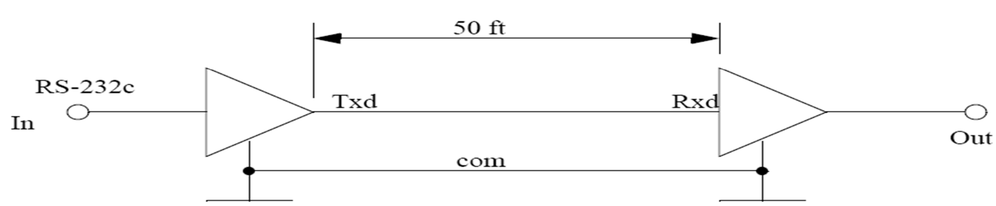
اسهل وسيلة للاتصال هي الاتصال المباشر بين جهازين، من الممكن شبك مجموعة كبيرة من الحواسيب من خلال شبكة محلية. من الممكن نقل البيانات بطريقتين، الطريقة الاولى ارسال بت واحد على التوالي و هو ما يسمى بالاتصالات التسلسلية، الطريقة الثانية ارسال مجموعة من البتات معا على التوازي، و هو ما يسمى بالاتصال المتوازي.

معدل نقل البيانات في اي نظام اتصال لا بد ان يكون محدود، قد يكون عدد من البتات في الثانية الى ملايين البتات في الثانية، بالاضافة الى ان المسافة تكون محدودة ايضا، من عدة امتار الى الاف الامتار، و غالبا هذه هي العوامل التي يتميز بها نظام اتصال عن اخر.

عملية نقل بت واحد على التوالي بين الاجهزة يتطلب قناة اتصال واحدة فقط، بينما النقل على التوازي يتم من خلال ٨ قنوات اتصال، و لذلك فان استخدام التوالي في النقل اوفر من التوازي، الا ان معدل نقل البيانات يكون اقل. غالبا ما يتم الاتصال باستخدام الكوابل، و لكن من الممكن ايضا استخدام الموجات الرديوية او الالياف الضوئية.

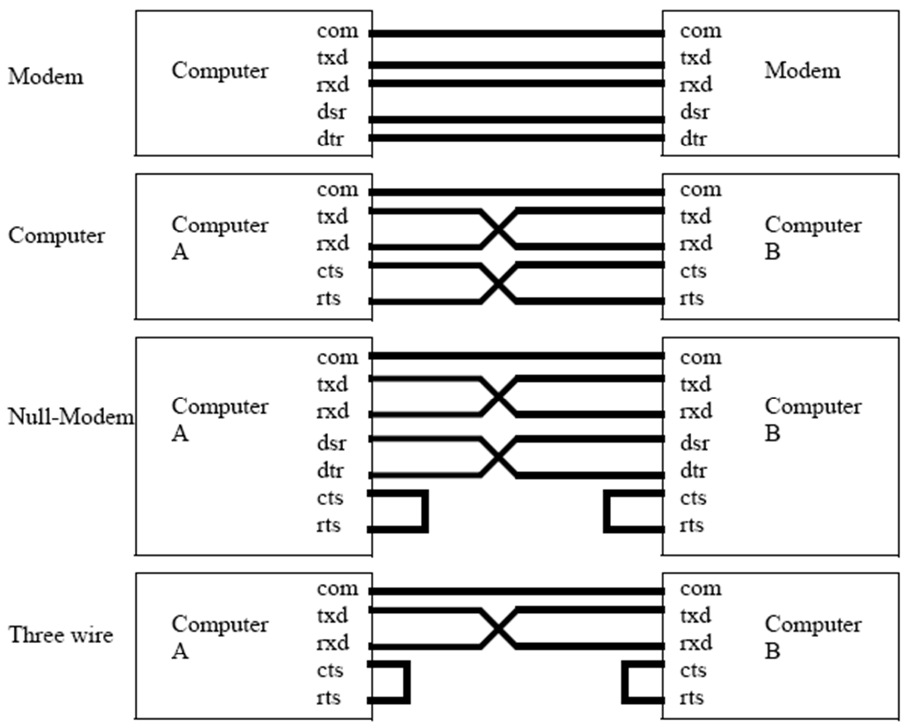
## RS 232

RS232 هو عبارة عن نظام قياسي Standard و الذي يعتمد على التغير في الفولتية، على الجهاز المرسل القيمة ستكون اما True او False، اثناء ارسال الاشارة يتم تحويل ال False الى فولتية بين +15 v _ +3 على ال Txd، قيمة ال True ستكون بين -15 V _ -3، يتم استخدام كيبل يصل بين ال Txd و com على الجهاز المرسل على مداخل ال Rxd و ال com على الجهاز المستقبل، يقوم الجهاز المستقبل بتحويل قيم الفولتية الموجبة و السالبة الى قيم منطقية Logic Value، طول الكيبل المستخدم محدود بخمسين قدم فقط و هي مسافة قليلة.

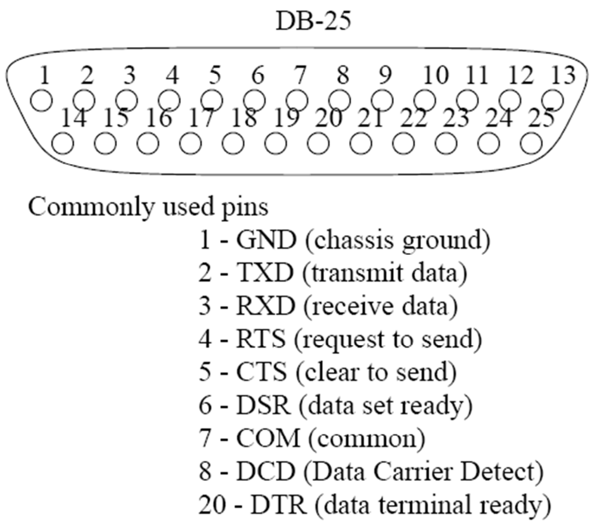


يبين الشكل التالي بعض التوصيلات المختلفة لنظام ال RS232، لاحظ في اغلب التوصيلات ان ال Txd و ال Rxd متعاكسين دائما، و ذلك حتى يكون المخرج المرسل Txd يرسل دائما للطرف المستلم Rxd، اما في حالة الربط بين اجهزة اتصال (Modems) لاحظ ان هذه الخطوط ليست متعاكسة، في حالة المودم تستخد ال dsr و ال dtr للتحكم في تدفق البيانات، في حالة الربط بين حاسوبين يتم استخدام ال cts و rts للقيام بعملية المصافحة Handshaking، و هي عملية تتم بين اي جهازين لتمهيد الاتصال فيما بينهم، مثل عملية المصافحة بين الناس، لانشاء عملية الاتصال.

اما طريقة الاسلاك الثلاثة فهي مستخدمة في مجموعة من العمليات الصناعية التي لا تتطلب مسافة بعيدة مثل نقل البيانات من حساس معين الى جهاز حاسوب قريب مربوط بطابعة لنقل البيانات مباشرة، كطباعة وزن او اعداد الانتاج.




القابس الخاص بال RS232 يتم توصيله كما هو مبين في الشكل التالي، هذه التوصيلات اما ان تكون ذكر (مع بنات) او انثى (مع ثقوب)، القابس DB-9 هو الاكثر شيوعا، اما القابس DB-25 فهو القابس القديم المستخدم، في اي توصيلة لا بد من ربط ال Txd و Rxd لربط البيانات، اما ال com فيتم ربطه مع الارضي، باقي البنات تستخدم لعملية المصافحة Handshaking.




ميزات ال RS232:

- الاتصال يتم من خلال نظام نقطة- نقطة.
- مناسب للاتصالات الرقمية.
- الاتصالات تزامنية (اي ان هناك زمن ثابت بين البتات و لكن زمن مختلف بين الحزم Frame.
- الاتصالات ذات ازدواج كامل Full Duplex، اي يمكنك ارسال البيانات و استلامها في نفس الوقت.

مساوىء ال RS232:

- انها تستخدم نظام الاتصالات نقطة – نقطة Point to Point، و لذلك لا يمكن استخدام الاجهزة الذكية، اي لا يمكن ربط اكثر من جهاز على شبكة واحدة.
- المسافة التي يوفرها النظام و هي 15 m هي مسافة قصيرة جدا.
- نظام الفولتية المستخدم، −3 to −25 و +3 to +25 ليس متناسب نع انظمة تزويد الطاقة الحديثة. فمثلا ± 5V و ±12V.
- اعتماده على ال COM يودي الى التعرض الى الضجيج الكهربائي Noise.

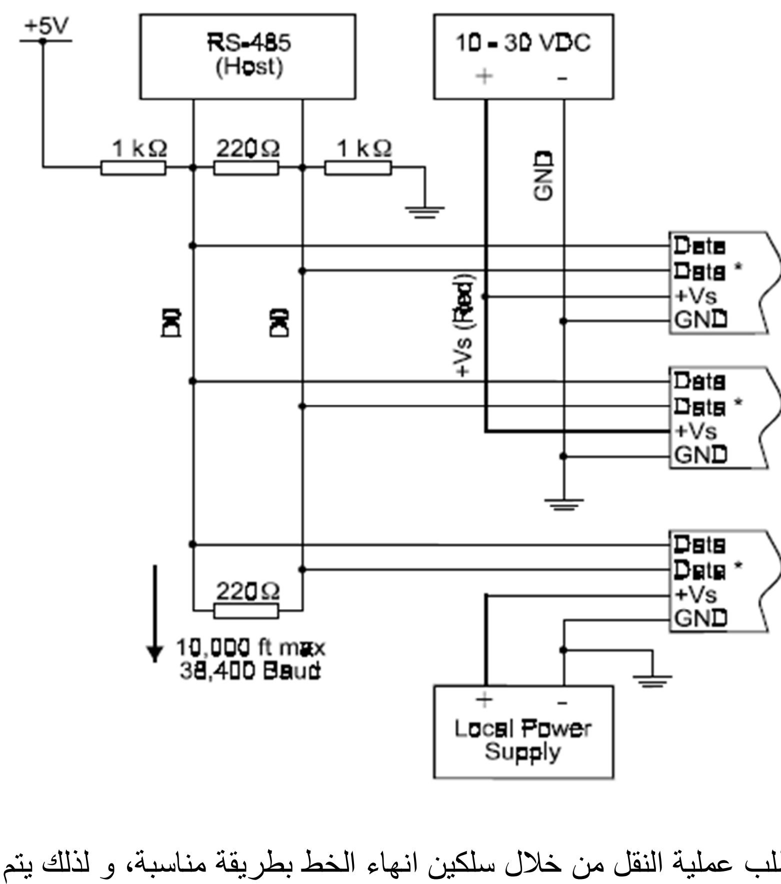
## RS485

هذا النظام هو افضل نظام مستخدم الى الان، و هو تطوير على نظام ال RS422، و هو يستخدم نظام السلكين، نصف الازدواج Half Duplex، متعدد الاتصالات. و يسمح بربط حوالي ٣٢ عقدة على نفس الشبكة.

ميزات هذا النظام:

- يعطيك مسافة حتى 1200m.
- معدل نقل البيانات حتى 10 Mbps.
- ٣٢ عقدة على نفس الشبكة.

الفولتية المستخدمة في هذا النظام هي بين 1.5 V to –6 V– لاشارة ال True و 1.5 V to+ 6 V+ لاشارة ال False، حيث يتم اخذ الفرق بين اشرة السلكين كما هو مبين في الشكل التالي، و بذلك نحصل على اشارة خالية من الضجيج، حيث يتم الغاء اشارة الضجيج عند القيام بعملية الطرح. و من الميزات ايضا ان النظام يتعامل مع ٣ حالات Tri State، و هي ال True و False و الممانعة العالية High Impedance، في حالة الممانعة العالية لا يسحب النظام اي تيار و يكون مفصول، بمعنى انه في حالة الامساك latch، يمكن الاستفادة من هذه الحالة و التحكم بها من خلال اشارة على احد البنات على القابس، بهذه الحالة يمكن التعامل مع مجموعة مكونة من ٣٢ اشارة مختلفة، حيث يتم التعالمل مع كل اشارة على حدا، و لذلك لا بد من تحديد عنوان مميز لكل عقدة لتجنب حدوث تضارب في النظام.




تتطلب عملية النقل من خلال سلكين انهاء الخط بطريقة مناسبة، و لذلك يتم استخدام مقاومات في نهاية الخط، يعتمد حجم المقاومة على ممانعة الخط impedance (Zo) و التي تتراوح بين 100-500Ω، مما يمنع حدوث انعكاسات في بيانات الخط.

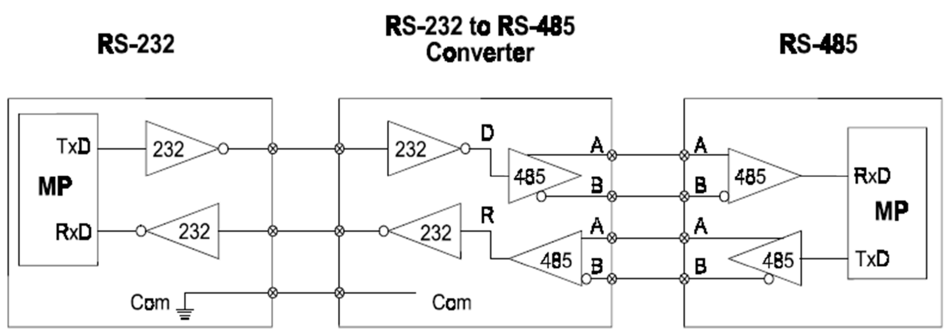
في حالة ان جميع العقد على الخط متوقفة عن الارسال او في حالة ال Idle، يكون عندها الخط عرضة لالتقاط اشارات الضجيج الكهربائي Noise، و لذلك يتم استخدام مقاومة 1 kΩ bias كما هو مبين في الشكل، هذه المقاومة ستحفظ النظام في حالة ال Idle.

## مقارنة بين ال RS232 و ال RS485

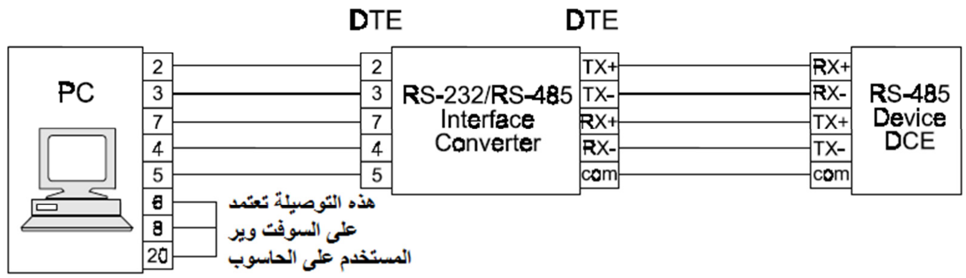
| الناقل | RS232 | RS485 |
|---|---|---|
| وضع العمل | غير متزن Unbalanced | فرقي Differential |
| العدد الاقصى للعقد | 1 | 32 |
| المسافة القصوى للكيبل | 15 m | 1200 m |
| الفولتية المشتركة Common Voltage | 25 V | +12 V to −7 V |
| اشارة المخرج | ± 5.0 V min<br>± 25 V max | ± 1.5 V min<br>± 6.0 V max |
| الحمل | >3 kΩ | 60 Ω |
| الحساسية | ±3.0 V | ± 200 mV<br>−2V≤Vcm ≤12V |

## المحول Converter بين ال RS232 و ال RS485

محول الواجهة Interface Converter مهم جدا في العمليات الصناعية، و خصوصا عند الانتقال من استخدام ال RS232 الى ال RS485، و خصوصا ان العديد من الاجهزة الصناعية تستخدم ال RS232 Port، و لذلك من الضروري التحويل الى الشبكة المربوط عليها النظام، بالاضافة الى انه احيانا تستخدم هذه الاجهزة كمكررات Repeaters لزيادة المسافة الخاصة بال RS232 و خصوصا في البيئات الصناعية ذات مستوى الضجيج العالي Heavy Noise.



يبين الشكل التالي كيفية التوصيل بين ال RS232 و ال RS485:



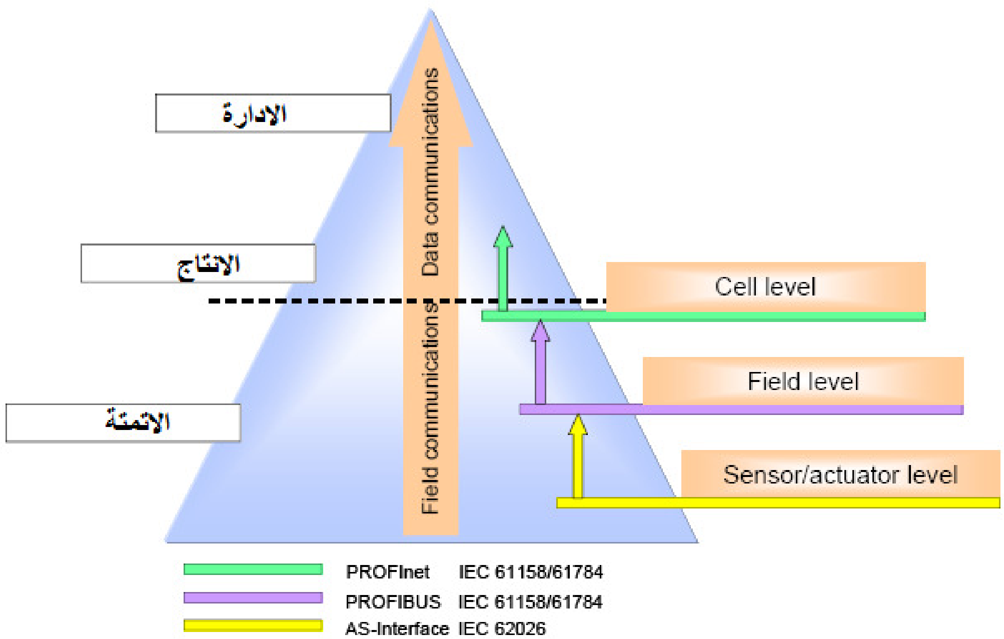

ميزات المحول Converter:

- معدل نقل البيانات يصل الى 1 Mbaud.
- وجود مبدل بين DCE/DTE switch.
- التحويل لجميع البيانات و اشارات التحكم.
- استخدام LEDs لمعرفة حالة الاشارة.
- يتم تزويد بالطاقة الكهربائية من خلال مزود طاقة AC خارجي.
- معزول ضوئيا.

اعداد عبدالرحمن مصلح

## الفصل التاسع: PROFIBUS

تعتبر انظمة الاتصالات مكون مهم جدا داخل انظمة السكادا, و كما تعرضنا في فصول سابقة, فهناك عدة مستويات داخل نظام السكادا, يتم التخاطب بين هذه المستويات بشكل عمودي, و بين الاجهزة في المستوى الواحد بشكل افقي من خلال انظمة الاتصالات, يعتبر ال PROFIBUS احد هذه الانظمة للتخاطب على مستوى المشغل/الحساس او حتى على اعلى مستوى للتخاطب من خلال PROFInet.




## الاتصالات الصناعية

- على مستوى المشغل/الحساس يتم نقل الاشارات الثنائية من خلال الناقل, هذه الطريقة توفر كما هائلا من الاسلاك, بالاضافة الى امكانية الدخول الى مجموعة من البيانات الخاصة بالحساس و معايرته, لاستخدامها في عملية تشخيص الاعطال.

- على مستوى الحقل, الاجهزة الموزعة مثل وحدات المداخل و المخارج I/Os و النواقل Transducers و البلفات و اجهزة التحليل يمكنها التخاطب من خلال الناقل, بحيث يتم نقل البيانات بشكل دوري, بينما يتم نقل بيانات التحليل و التشخيص حسب الحاجة.

- على مستوى الخلية يمكن التخاطب بين الحاكمات المنطقية المختلفة PLCs و غيرها من المتحكمات فيما بينها و مع غيرها من اجهزة الحقل من خلال الناقل.

## النواقل Buses:

هي انظمة اتصالات صناعية تستخدم طرق عدة للنقل مثل الاسلاك النحاسية, الالياف الضوئية, النظام اللاسلكي, و ذلك باستخدام الية النقل التسلسلي على مستوى البت, و بذلك يمكن التخاطب مع اجهزة الحقل مثل الحساسات و البلفات الموزعة في المنشاة و ربطها بنظام التحكم و السيطرة, او ربطها بالادارة.

تم اختراع النواقل في الثمانينات للتغلب على مشكلة الاسلاك الكثيرة, و تجاوز مشكلة الضجيج الكهربائي Noise المنتشرة كثيرا في انظمة النقل التشابهية 4-20 mA او 0-10 V, بسبب المتطلبات المتنوعة للصناعات المختلفة, تم انشاء مجموعة من النواقل ذات الخصائص المختلفة من مجموعة من الشركات, و تم طرحها في السوق, و تم عمل Standard خاص بهذه النواقل هو IE61784, ينطبق هذا ال Standard على ال PROFIBUS .

في الفترة الاخيرة شاع استخدام نظام ال Ethernet داخل الانظمة الصناعية, حيث انها تعطي امكانية عالية في التخاطب بين المستويات المختلفة و خصوصا بين الحاكمات المنطقية و السيرفرات, و لذلك تم انشاء ما يعرف ب PROFInet.

## PROFIBUS:

هو نظام اتصالات رقي مفتوح المصدر Open Source, له مجموعة كبيرة من التطبيقات في عدد كبير من الصناعات المختلفة, و يتميز بالسرعة و التواقت المتناسب لانجاز التطبيقات الصعبة للاتصال. تم انشاء هذا النظام من خلال التعاون بين مجموعة كبيرة من الشركات, و هو مستخدم و يصنع من قبلها, و يشغل حوالي 20% من حصة السوق العالمي في الانظمة الصناعية.

يعتمد ال PROFIBUS في مبدا عمله على نظام ال ISO/OSI الذي تم شرحه بالتفصيل في الفصل الثاني, اي ان ال PROFIBUS يتمكن من التخاطب على مستوى اعلى من نظام نقل الاشارات التقليدي و الذي ينقل اشارة كهرباء فقط, فهو يتمكن من نقل مجموعة كبيرة من البيانات من نفس الجهاز, و ذلك بسبب التوافق بين الطبقات المختلفة لنظام ال OSI بين الجهازين, سواء على مستوى البرمجة او النواقل او البروتوكولات, او طريقة نقل البيانات, هذا التوافق يسمح لل PROFIBUS بنقل البيانات اللازمة بسرعة كبيرة ووثوقية عالية.

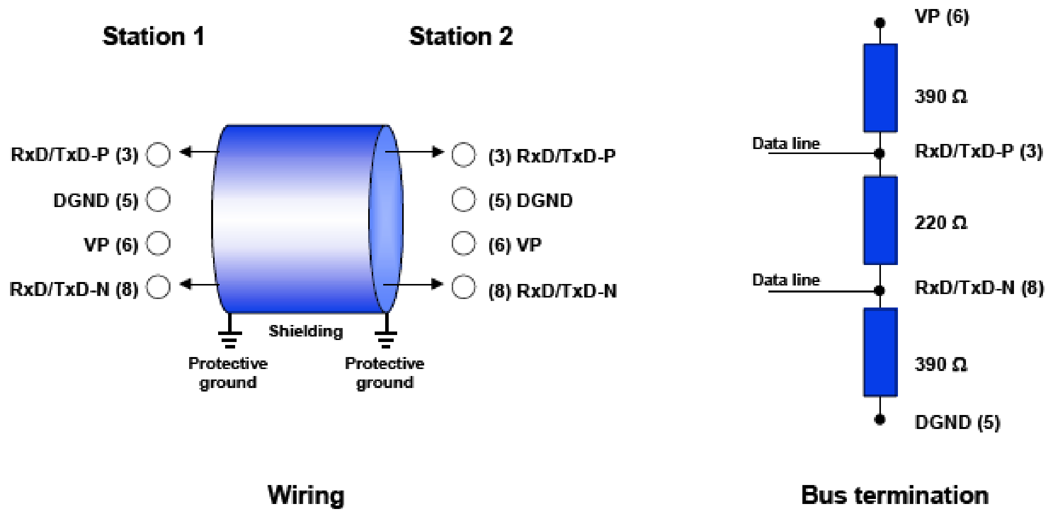
## اليات النقل

في نظام ال OSI الطبقة الاولى هي الطبقة الفيزيائية, اي النواقل التي يتم من خلالها نقل البيانات مثل الاسلاك النحاسية او الالياف الضوئية, و حسب نظام ال OSI لا بد من توافق هذه الطبقة بين الجهازين المراد الاتصال بينهما, بالاضافة الى الية الاتصال, PROFIBUS يستخدم ال Standards التالية:

## RS485 -1:

كما تعرضنا في الفصل السابق, فان استخدام ال RS485 يتميز بالسرعة العالية و يعطي امكانية النقل لمسافات عديدة, و هو يستخدم كوابل مغلفة Shielded Cables ذات زوج واحد, و هو سهل الاستخدام.

يمكن ربط جميع الاجهزة في الشبكة باستخدام هيكلية الخط Bus Topology, من الممكن ربط 32 عقدة Node تتكون من اجهزة رئيسية و فرعية وذلك في كل جزء Segment, لا بد من انهاء كل جزء Segment من بداية و نهاية الخط, و كما يبين الشكل التالي, اذا دعت الحاجة الى استخدام عقد اكثر و زيادة حجم الشبكة فلا بد من استخدام المكررات Repeaters بين كل جزء Segment و الاخر.




منهي الناقل Bus Terminator متوفر بعدة انواع, بعضها موجود داخل القابس Connecter, و البعض الاخر موجود داخل اجهزة ال PROFIBUS, يمكن تشغيل او اطفاء هذه المنهيات حسب الحاجة, و ذلك لانه من الممكن ان يتم استخدام عدد كبير من المنهيات في الجزء الواحد Segment, مما يؤدي الى حدوث خلل في النظام, لذلك لا بد من مراقبة الخط و الانتباه الى ان الجزء الواحد له منهيات على الطرفين فقط.

## RS485-IS

ال RS485-Intrincecly Safe هو نظام يستخدم ال RS485 ضمن مجموعة من المعايير الامنة, و ذلك بتحديد قيمة قصوى للتيار عند قيم معينة للفولتية باستخدام دائرة كهربائية لضمان حماية النظام من التيارات العالية, مجموع التيار داخل جميع العقد لا يجب ان يتجاوز الحد المسموح به.

يوجد عدد من القوابس Connecters المستخدمة في ال PROFIBUS, باستخدام الاسلاك النحاسية و على نظام RS485, القابس Sub-D connector له تسع بنات, يستخدم غالبا داخل خزانة التحكم, او القابس M-12 او ما يسمى بالهجين Hybrid, و ذلك حسب نوع المحطة Station المستخدمة, من

الممكن توصيل كيبل ال PROFIBUS بعدة طرق, و لذلك لا بد دائما من الانتباه الى الكتيب الخاص بتوصيل القابس من الشركة المصنع.

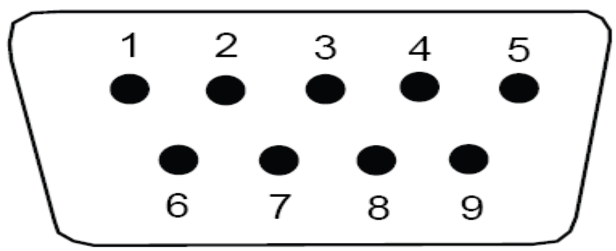
القابس Pin Sub-D connection-9:

هو مناسب للاستخدام داخل لوحات التحكم و التي درجة حمايتها (IP20), عند شبك كيبل ال PROFIBUS يتم غالبا ربط سلكي البيانات بالاطراف Terminals التي عليها الرمز A و B, او ان يكون لونهما احمر و اخضر مثلا, و يجب الانتباه الى عدم تبديل الاسلاك, ال Standard هو كالتالي:

A: green

B: red

هناك بعض الشركات تقوم بتصنيع كوابل ال PROFIBUS المجمعة و الجاهزة, و لكن هذه الطريقة ليست عملية بالمنشاة, و لذلك فمن الافضل استخدام الكوابل التي يتم تجميعها بالموقع, فقد تحتاج الى تغيير القابس في حالة الصيانة او التبديل, الشكل التالي يبين كيفية الربط بشكل عام:

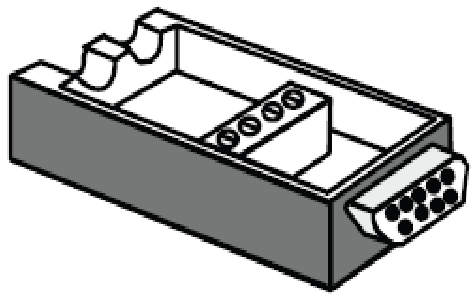



| البن Pin | الاشارة | الوصف | ضرورة الشبك |
|---|---|---|---|
| 1 | Shield | ربط الغلاف Shield | غير ضروري |
| 2 | M24 | ارضي ال Power Supply 24 | اختياري |
| 3 | RxD/TxD-P | استقبال و ارسال البيانات B (الاحمر) | ضروري |
| 4 | CNTR-P | التحكم باتجاه المكرر Repeater | اختياري |
| 5 | DGND | ارضي البيانات | ضروري |
| 6 | VP | Power supply +5v لمنهي الخط | ضروري |
| 7 | P24 | Power supply +5v | اختياري |
| 8 | RxD/TxD-N | استقبال و ارسال البيانات A (الاخضر) | ضروري |
| 9 | CNTR-N | التحكم باتجاه المكرر Repeater | اختياري |

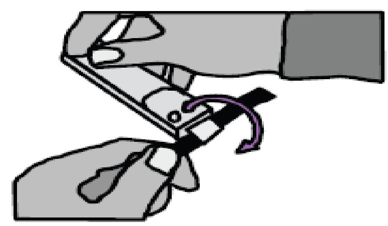
هناك ثلاثة طرق لشبك هذا القابس:

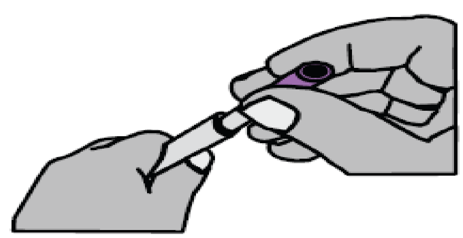
اولا: طريقة البراغي, و الخطوات التالية توضح كيفية الشبك باستخدام هذه الطريقة:

- افتح القابس.

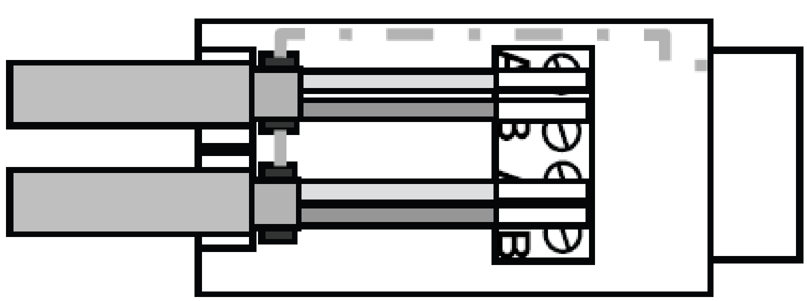


- قم بتعرية كيبل ال PROFIBUS.

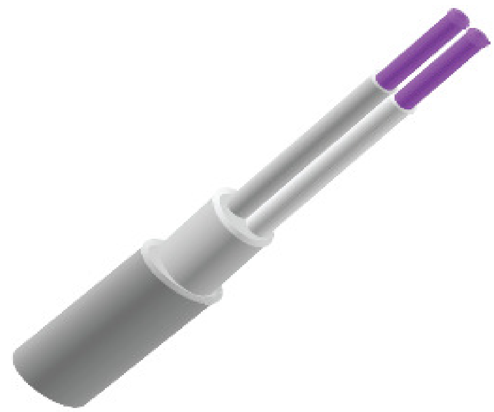




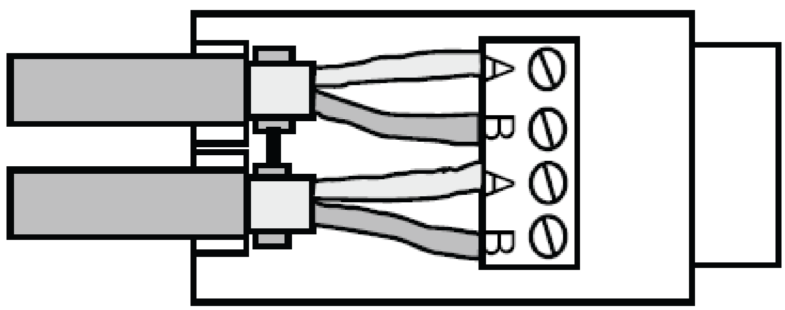
- تاكد من ان المسافة التي تم تعريتها مناسبة للقابس.

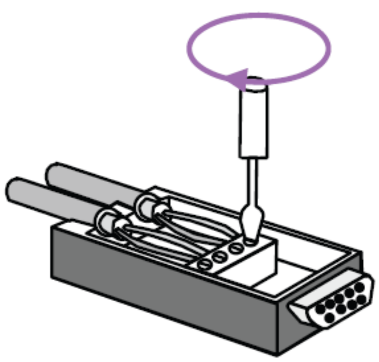


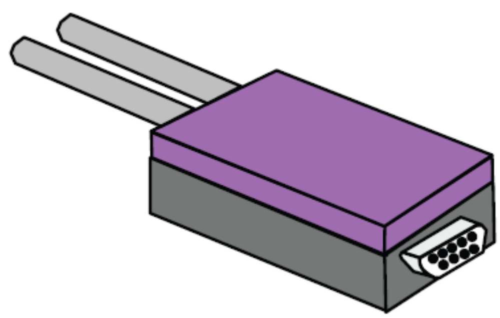
- قم بتعرية العزل عن القلب Core.



- ادخل الاسلك الى الاطراف Terminals و قم بشد البراغي, تاكد من ان الغلاف Shield مربوط جيدا مع القابس, و تفقد توصيلة الاسلاك, حاول ان لا تعكس بين A و B, ثم اغلق القابس.

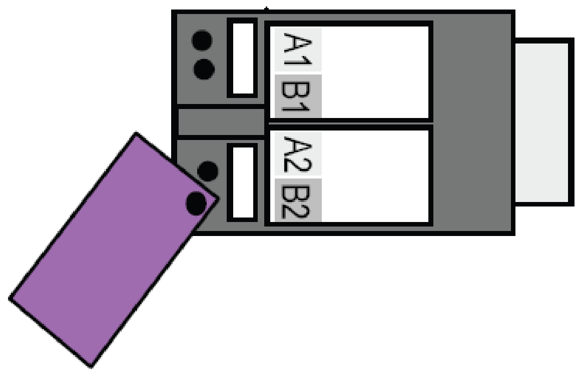


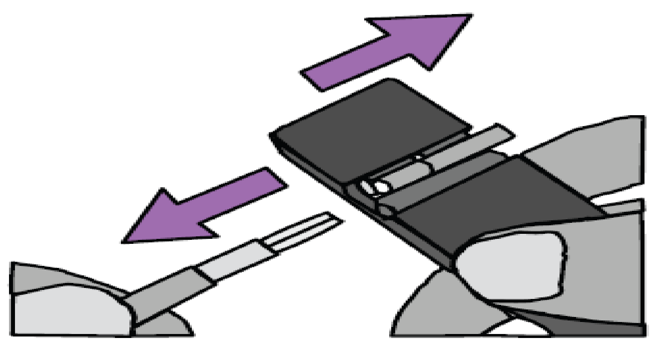


الطريقة الثانية: طريقة العزل, هذه الطريقة اسهل و اسرع في العمل, يفضل عند استخدام هذه الطريقة دائما فص الاجزاء و تركيبها مرة اخرى, اي لا يفضل اعادة استخدام نفس النهاية المستخدمة, الخطوات:

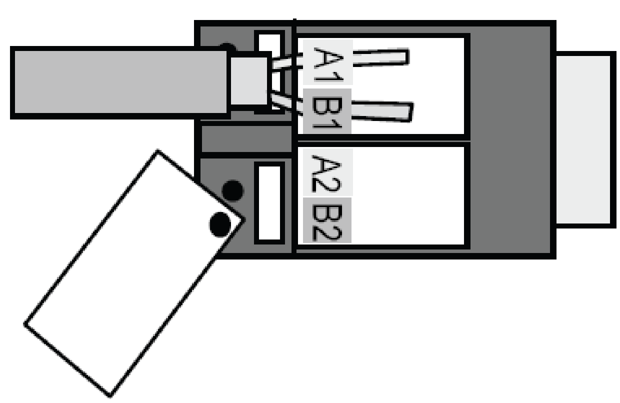
- افتح القابس:



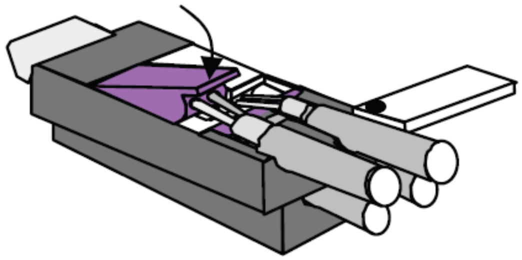

- قم بتعرية العازل عن الكيبل, لاحظ من الشكل ان القلب Core لا يتم عزله مع هذا النوع.

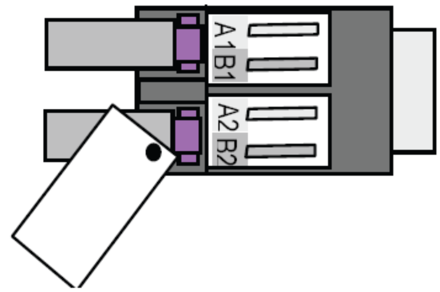


- ادخل القلب Core بالكامل الى فتحات الشبك, انتبه الى شبك الاطراف الصحيحة.



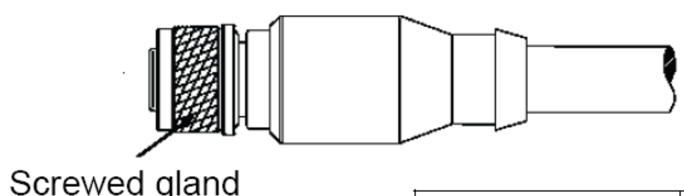
- اغلق غطاء التوصيل Connecter Block, تاكد من التوصيل جيدا بين غلاف Shield القابس و القلب Core.

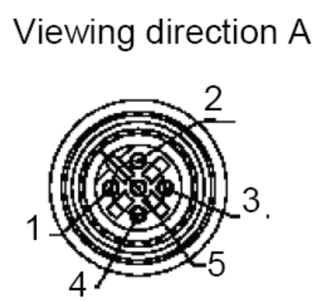





الطريقة الثالثة: M-12 plug connections:

هذه الطريقة تستخدم في البيئات الصناعية الصعبة, و الشكل التالي يوضح كيفية شبك القابس:




| | |
|---|---|
| Pin 1 | Not connected |
| Pin 2 | Data core A (green) |
| Pin 3 | Not connected |
| Pin 4 | Data core B (red) |
| Pin 5 | Not connected |
| Screwed gland | Shielding |

## PROFIBUS PA

هو احد انواع ال PROFIBUS المصممة خصيصا للاجهزة الموزعة في العمليات الصناعية, مثل الحساسات و النواقل و بلفات التحكم, و ربط هذه الاجهزة بالمتحكمات من خلال نظام ال PROFIBUS.

Manchester-encoded, Bus Powered (MBP) هو نظام يستخدم سلكين لنقل الاشارة, و هو يجمع بين وظائف النقل و التزويد بالطاقة الكهربائية, و هو غالبا مرتبط بنظام PROFIBUS PA و يطلق عليه MBP-IS (IS) = intrinsically safe و هو مناسب للاستخدام في البيئات الصناعية الخطرة Hazards مثل المصانع الكيميائية و البترولية, و يراعى في هذا النظام التعليمات الخاصة بالمناطق المعرضة للانفجار و المشروحة ضمن ال Standard التالي: Zones 0, 1 and 2 and/or Class I/Div.1 and Class I/Div..

باختصار هذا النظام يستخدم مع اجهزة الحقل كبديل عن نظام 4-20 mA, حيث يعطي سهولة في التركيب و يوفر كما هائلا من الاسلاك, بالاضافة الى سهولة التجميع مع الاجهزة, هذا النظام من الممكن ايضا استخدامه جنبا الى جنب مع انظمة ال 4-20mA و ال HART و الذي سنتعرض له في فصل لاحق, اي انه من الممكن استخدامه في جزء من الاجهزة المهمة فقط, و لا داعي لاستبدال النظام كاملا, كما انه من الممكن استخدام سوفت وير خاص يمكنك من معايرة الاجهزة او مراقبة مستوى الفولتية فيها, بالاضافة الى امكانية عمل توازي Redundancy على الاجهزة المهمة في حال تعطل الكيبل يكون هناك كيبل بديل عنه.

يوزع النظام الاجهزة في المصنع الى انواع تبعا للوظائف و الاعدادات التي يمكن الاستفادة منها, هذه الانواع هي النواقل Transmitters, المشغلات Actuators, الاجهزة ذات المداخل و المخارج الرقمية, يتم تقسيم الاعدادات الى مداخل و مخارج و اعدادات داخلية, بالاضافة الى ان النظام يستخدم صيغة مشتركة لنقل البيانات لمختلف الاجهزة, و بالاضافة الى القيمة المقاسة فانه يوفر بايت اضافي يوفر معلومات عن صحة البيانات و تجاوزها لقيمة معينة مثلا.

هذا النظام يتعامل ايضا مع عدة اجهزة من عدة شركات و التي تتشارك نفس الناقل, فتنوع المنتجات المستخدمة لا يتعارض مع نظام ال PROFIBUS PA حيث ان هناك مجموعة كبير من الشركات تدعم هذا النظام.

مثل انظمة ال 4-20mA و ال HART فان نظام الناقل يدعم النقل المتوازي بين الاشارة و بنفس الوقت يزود بالطاقة الكهربائية اللازمة بنفس الكيبل, ميزات النظام:

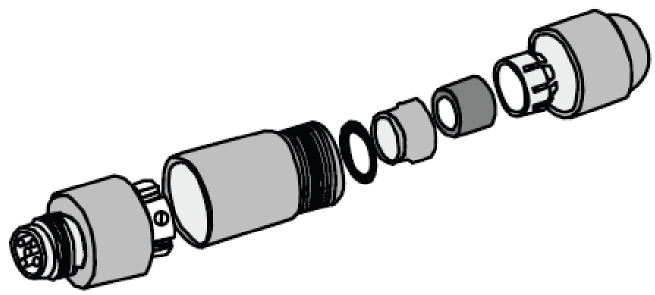
- معدل سرعة النقل Transfer rate: 31.25 kbps
- الية النقل نصف الازدواج Half Duplex الية التواقت و متوافقة مع ال MBP Code.
- امكانية العمل المزدوج Redundancy.
- امكانية اكتشاف عطل او تجاوز للحد السموح به للاشارة.
- ممكن ربط 32 عقدة Node.

- حماية ضد الشرار Ignition.
- اقصى طول للكيبل المستخدم لا يجب ان يتجاوز m1900.

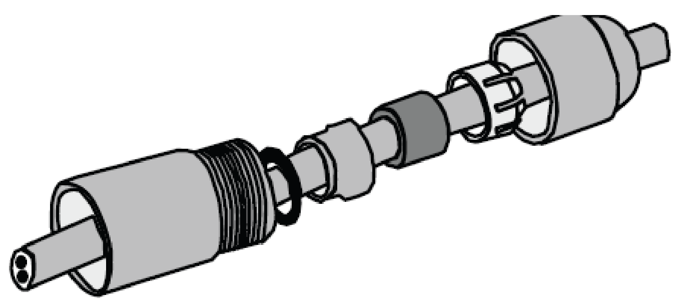
### كيفية ربط ال ROFIBUS PA:

القابس pin M12 connector-4 هو المستخدم غالبا مع ال ROFIBUS PA, و هو مستخدم في الغالب خارج خزانة التحكم و تصل درجة حمايته الى IP65, و هي درجة عالية, و طريقة شبكه مشابهة لما سبق شرحه, و الخطوات كالتالي:

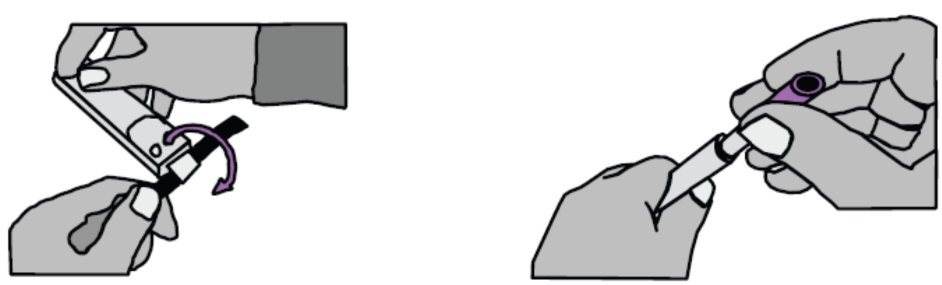
- افتح القابس.



- مرر الكيبل من الغلاند.

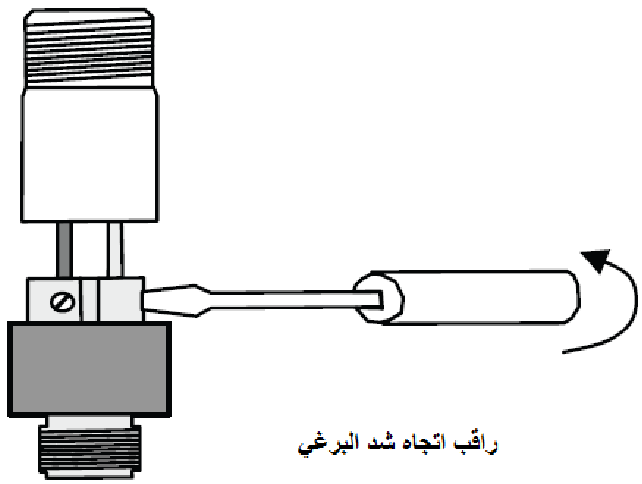


- عري السلك.



- عري القلب Core

- ادخل الاسلاك و شد البراغي.




## PROFIBUS DP

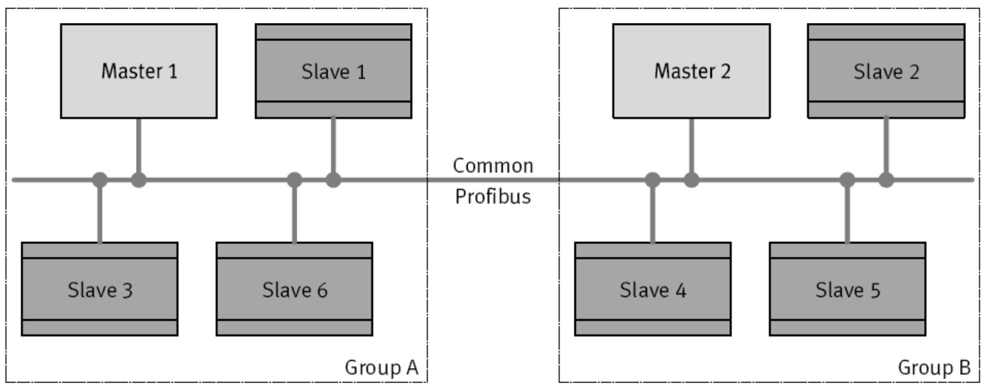
PROFIBUS DP هو النظام المستخدم للتخاطب بين الاجهزة الرئيسية Master و الفرعية Slaves, يتم ذلك باستخدام بروتوكول تحديد الوصول Bus Access Protocol و الذي يتم تعريفه في الطبقة الثانية (Data Link Layer) من نموذج ال OSI, البروتوكول يستخدم نظام الترميز العابر Token Passing لتحديد اجراءات التواصل بين الاجهزة الرئيسية Master و الفرعية Slave, حيث يتم تعريف طريقة تناقل البيانات و ال frame.

ميزات ال PROFIBUS DP:

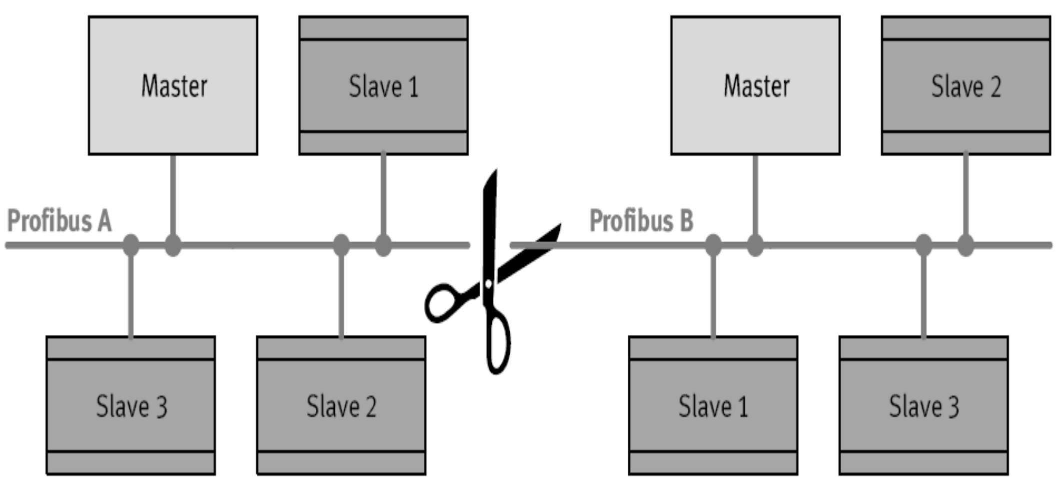
- دعم التخاطب بين الاجهزة الرئيسية Master و الفرعية Slavesمن خلال نظام ال Token Passing.
- زمن دورة المسح 5 -10 ms.
- يمكن ربط 127 عقدة Node, و يمكن لطول ال Frame ان يصل الى 246 Byte.
- سرعة معدل النقل تصل الى 12 MBaud.
- من الممكن ربط اجهزة الحقل و فصلها عن النظام دون الحاجة الى فصل النظام, بسبب التركيب الوحدي الذي يتميز به.
- من الممكن استخدام ال RS232 او الالياف الضوئية.
- من الممكن تغطية مسافة كبيرة تصل الى 1200 m باستخدام المكررات Repeaters.

الاطراف اللامركزية Decentralized peripherals مفهوم يعني دمج المداخل و المخارج الموزعة في المصنع و ربطها من خلال الناقل بالمتحكم الرئيسي, و هو النظام الاكثر انتشارا بالنسبة لل PROFIBUS, و غالبا ما يشار الى PROFIBUS و يقصد به ال PROFIBUS DP.

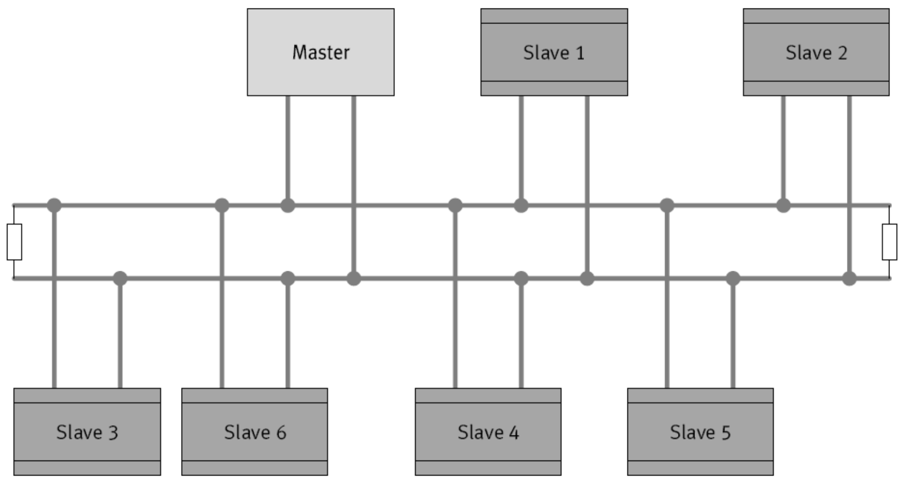
من خلال نظام الPROFIBUS DP يمكن ربط اكثر من متحكم رئيسي على نفس الشبكة, و لكن لا بد من ربط جهاز فرعي بمتحكم واحد فقط, و لا يمكن ربطه بمتحكمين, فاذا تلقى جهاز فرعي اكثر من امر فايها سينفذ؟ لذلك من غير المنطقي ربط جهاز فرعي بمتحكمين, حتى يتمكن الناقل Bus من التعامل مع اكثر من متحكم رئيسي, يتم استخدام نظام الترميز العابر Token Passing, بحيث تتبادل المتحكمات التخاطب مع الاجهزة الفرعية, و يتم اعطاء الاولوية لها على التوالي.



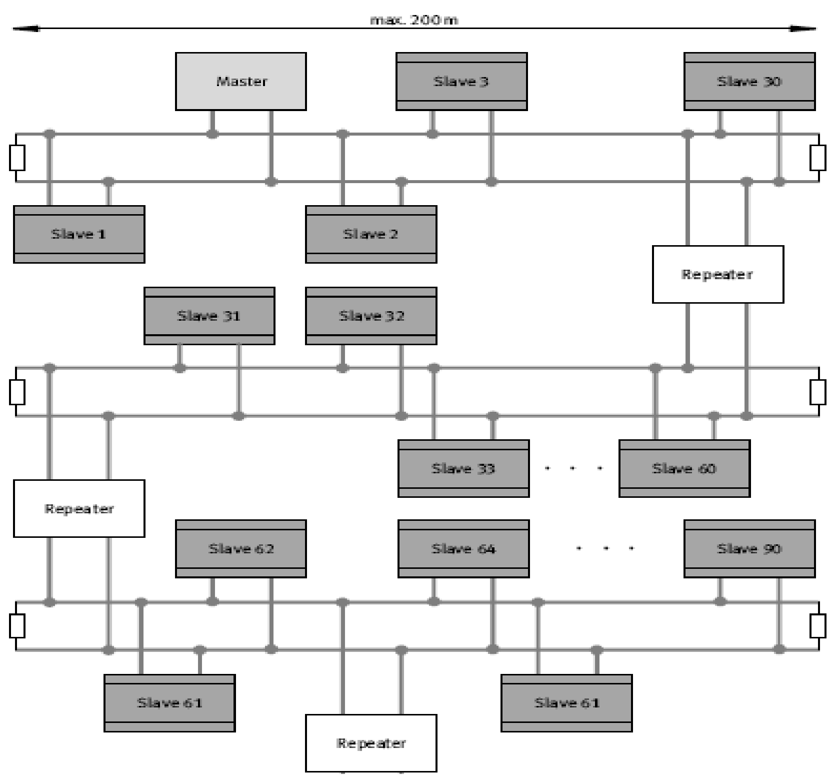

اما نظام ال PROFIBUS DP فهو يتعامل من خلال التخاطب بين المتحكم الرئيسي و الجهاز الفرعي, و كانك قمت بتقسيم الشبكة الى مجموعة من الاجزاء المستقلة عن بعضها, مما يسهل عملية الترابط بين المتحكمات من جهة و زيادة سرعة نقل البيانات من جهة اخرى.



و كما هو الحال مع جميع انظمة ال PROFIBUS لا بد من انهاء الخط Bus.




يمكن للمتحكم ان يتخاطب باستخدام هذه الهيكلية مع 127 جهاز فرعي, الا ان اخر عنوانين Addresses يتم حجزهما لاستخدامات خاصة, اما باقي العناوين فهي متاحة للاستخدام, ايضا لا بد من استخدام المكررات Repeaters في حال ان الشبكة كانت كبيرة كما يبين الشكل التالي:



انواع الاجهزة حسب ال PROFIBUS DP:

- الرئيسي ذو التصنيف الاول Class 1 Master:

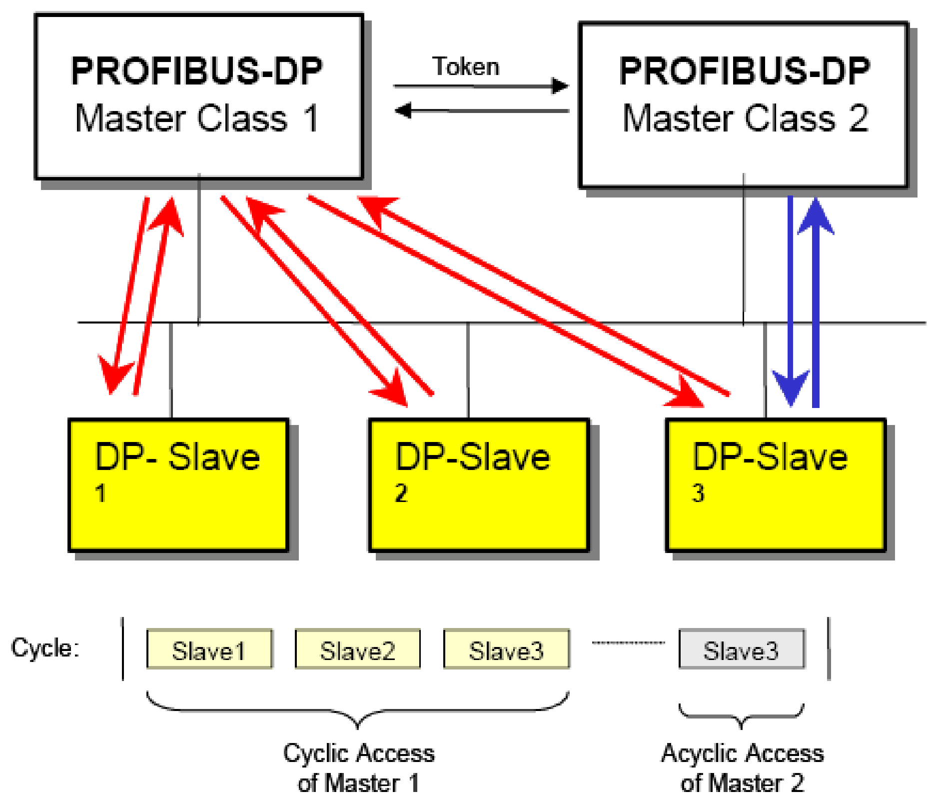
و هي محطات الاتمتة المركزية مثل Simatic S7 و التي تتبادل المعلومات مع الانظمة الفرعية من خلال رسائل دورية.

- الرئيسي ذو التصنيف الثاني Class 2 Master:

هي عبارة عن انظمة البرمجة او التحكم و المراقبة و التي تعمل على تشغيل المصنع مثل السيرفرات الرئيسية.

- الاجهزة الفرعية Slave Devices:

هي عبارة عن الاجهزة المتوزعة في الحقل Field مثل ال MICROMASTER 4 و I/O و البلفات, و التي لا يمكنها التحكم بالبيانات عبر ال BUS, و لكنها فقط ترسل رسائل استلام للبيانات acknowledgement و ترسل المعلومات بطلب من الرئيسي Master. كما يطلق على الانظمة الفرعية بالعقد غير الفعالة Passive Nodes.



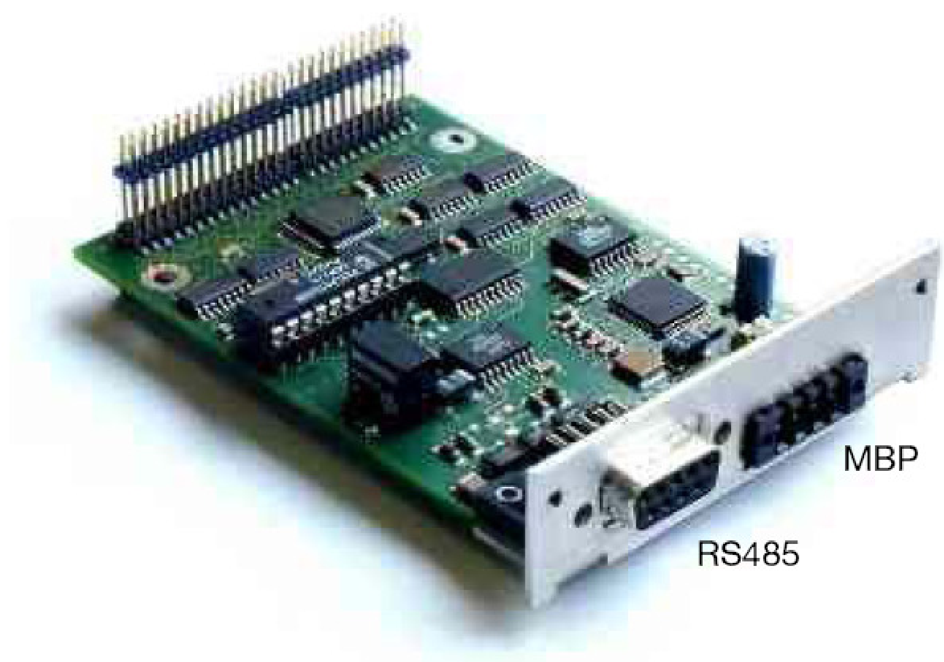
## ربط ال DP و PA

يتم الربط بين PROFIBUS DP و PROFIBUS PA من خلال وصلة DP-PA, يتم خلال الوصلة تنفيذ المهام التالي:

- التحويل بين ال RS485 و نظام MBP.
- تزويد الاجزاء الخاصة بال PA بالفولتية اللازمة.
- التنسيق في السرعة بين ال RS485 و نظام MBP.

للاسباب السابقة لا بد من استخدام هذه الوصلة, و تتميز بسهولة ضبط الشبكة حيث ان جميع اجهزة ال PA المربوطة بهذا الشكل تظهر بعناوينها الخاصة على الشبكة على جانب ال DP, اما الوصلة نفسها فهي ليست بحاجة الى ضبط.

الشكل التالي يبين احدى هذه الوصلات المستخدمة من ABB.




## PROFINET

هو نظام تحكم الي Automation Standard, يتعامل بشكل مدمج مع الايثرنت و يمكن من خلاله الحصول على الميزات التالي:

- سرعة نقل بيانات تصل الى 100 Mbps باستخدام الاسلاك النحاسية.
- نقل مزدوج للبيانات Full Duplex.

- التحكم بشكل الي في اعدادات النقل.
- التحكم بشكل الي في عملية تقاطع البيانات داخل ال Switch و التي تسمى Crossover.
- دعم الاتصالات اللاسلكية.

هذا النظام هو النسخة المخصصة من ال PROFIBUS للتعامل مع شبكات الكمبيوتر في انظمة السكادا, من خلال استخدام ال UDP/IP)User Datagram Protocol) و الذي يمكن النظام من عمل شبكة اتصال امنة بين الاجهزة المختلفة.

هناك استخدامان رئيسيان ل PROFINET:

1- PROFINET CBA) Component Based Automation): و هو النظام المستخدم لربط شبكة داخل المصنع بالتوافق مع TCP/IP بشكل وحدي Modular.

2- PROFINET IO: و هو النظام المستخدم للتعامل مع وحدات المداخل و المخارج الموزعة بالمصنع, حيث يتم تبادل البيانات بين هذه الاجهزة و المتحكمات, و من الممكن التعامل معها على اساس انها CBA حيث يتم دمج النظامين مع بعضهم البعض.

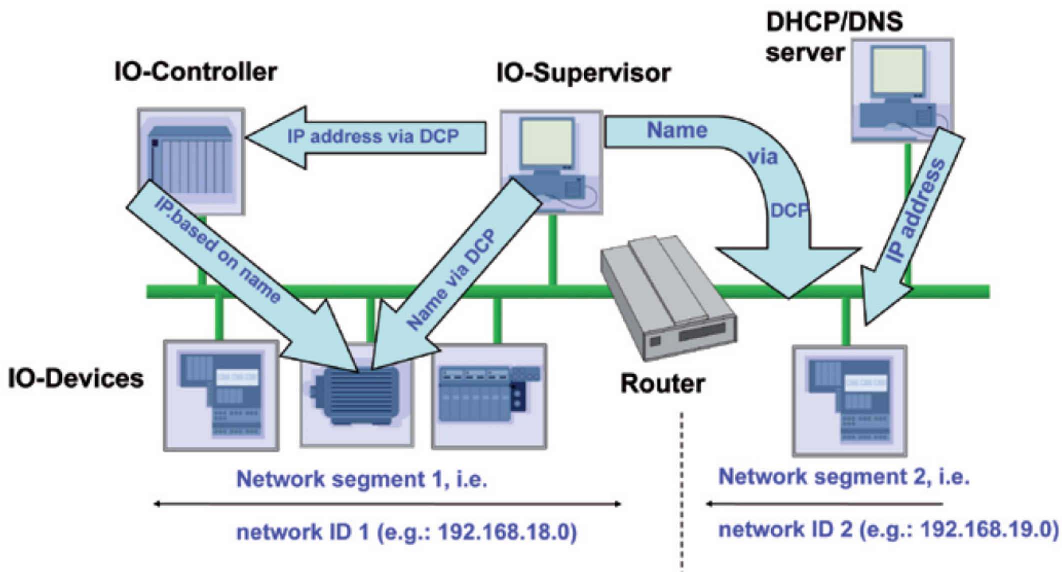
اجهزة ال PROFINET IO تقسم الى انواع:

- IO-Controller: و هو المتحكم الرئيسي و غالبا ما يكون ال PLC او ال CPU الذي عليه برنامج المنطق Logic.

- IO-Superviso: و هو المراقب للنظام مثل المحطات الرئيسية Stations التي قد تكون سيرفرات او ال HMI التي تتحكم بالنظام.

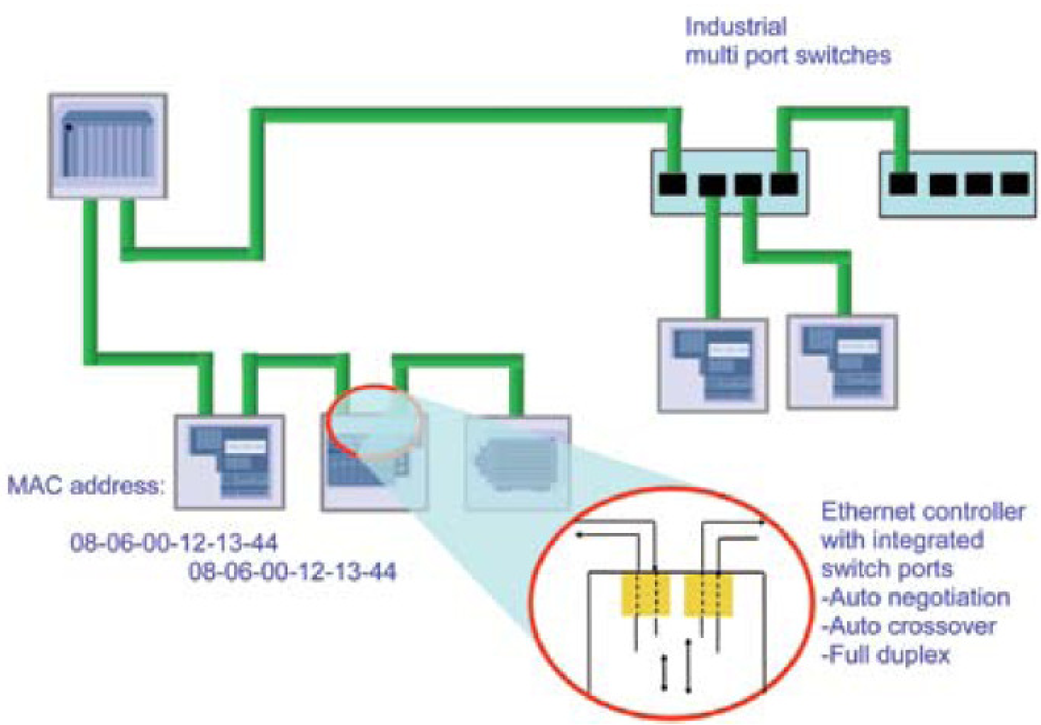
- IO-Device: و هي الاجهزة مثل الحساسات و المشغلات الميكانيكية و الانفرترات الموزعة داخل المصنع.

يعمل نظام PROFINET على عنونة Addressing الاجهزة الموزعة بالمصنع من خلال ال IP Address و ال MAC Address و يتم التعامل مع اجهزة الحقل على هذا الاساس, و يتم ربط الشبكة بسيرفر DHCP.




لاحظ ان النظام يعمل على تقسيم المصنع و ربط اجهزة الحقل من خلال مبدلات Switches, و هذا هو الفرق الاساسي, حيث يزيد من سرعة الاتصال بالنظام و يمكن المستخدام من استغلال خصائص المبدلات Switches من ناحية تقسيم الشبكات و زيادة سرعة نقل البيانات و تجنب حصول تصادم في البيانات.

بالطبع استخدام عدد كبير من المبدلات Switches يتطلب تكلفة عالية, و لكن له ميزات كبيرة جدا.



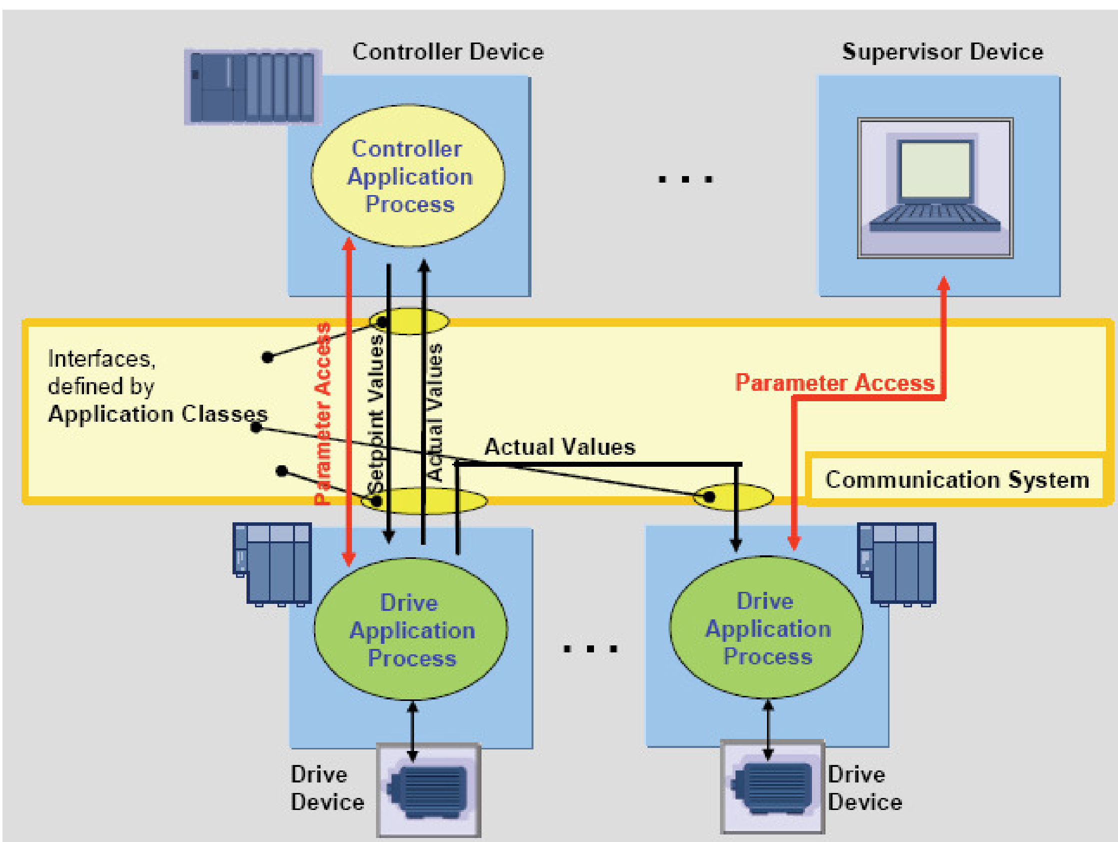
# PROFIDRIVE

هي النسخة المخصصة من انظمة ال PROFIBUS للتعامل مع اجهزة ال Drive, و ربط انظمة التحكم بالحركة Motion Control بسهولة و يسر بانظمة ال PLC, و ذلك لربك التحكم بسرعة المحرك او التحكم بالحركة Motion Control, و نقل البيانات المتعلقة بتيار و فولتية المحرك المقاسة من خلال الانفرتر و الموزعة داخل المنشاة الصناعية, الى انظمة المراقبة داخل المصنع.

ال PROFIDRIVE يقسم من ناحية هيكلية النظام الى عدة اجزاء:

- التعريف الاساسي.
- تعريف الاعدادات.
- تعريف التطبيقات.
- الربط ب PROFIBUS DP
- الربط ب PROFINET IO

اهمية تعريف كيفية الربط بين PROFIBUS DP و PROFINET IO تكمن في وضع تعديلات على نظام ال PROFIDRIVE بحيث تسمح له بالربط من خلال هذه الانظمة دون الحاجة الى عمل اي تعديلات على نظام التحكم في المنشاة.



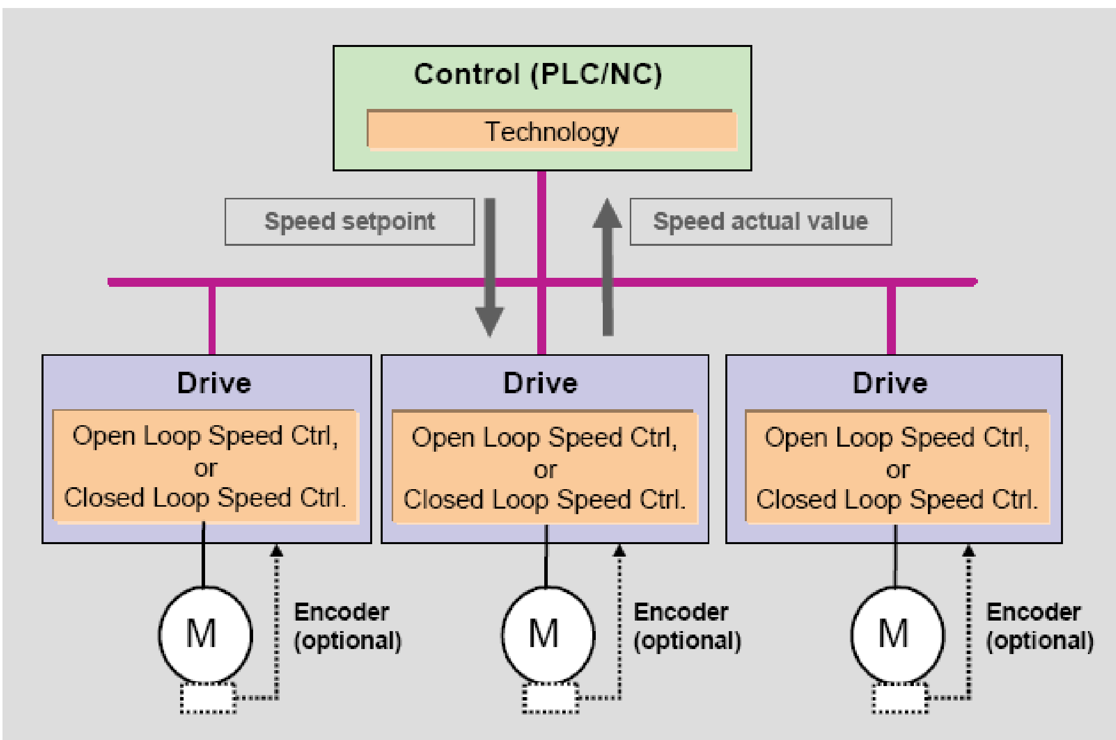
التعريف الاساسي لنظام ال PROFIDRIVE يتضمن ربط اجهزة الانفرتر المتنوعة في المنشاة الصناعية بغض النظر عن نظام الاتصالات و مراعاة الاتي:

- نقل البيانات بشكل دوري Cyclic data exchange و بالتوافق مع العمليات الصناعية ذات الحلقة المفتوحة او المغلقة Open or Closed Loop.
- الية الانذارات.
- الاتصال بين الاجهزة الفرعية Slave to Slave مثل الاتصال بين انفرتر و اخر.
- حالة الالة State Machine مثل ما هي العمليات التي يجب تنفيذها حسب امر معين.

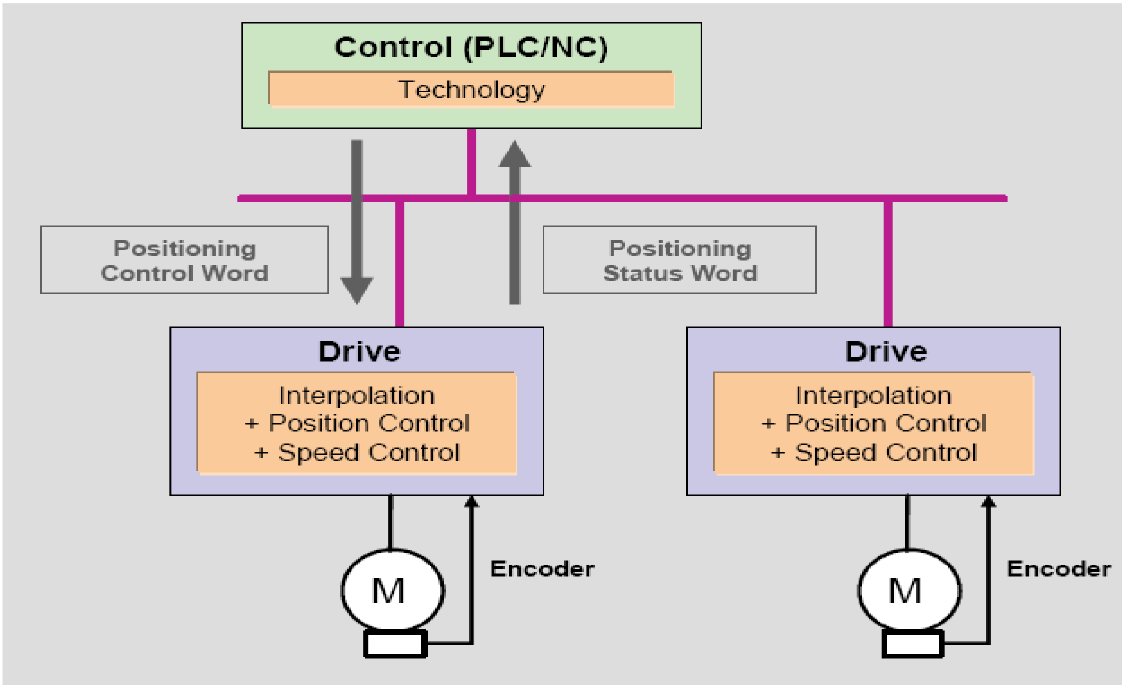
تعريف الاعدادات Profile parameters يتعلق بكيفية الدخول و التحكم بهذه الاعدادات بغض النظر عن الشركة المصنعة.

اما تعريف التطبيقات فهو ضروري لتحديد كيف سيتم الاتصال بين الانفرتر و المتحكم لمجموعة مختلفة من التطبيقات مثل تطبيقات التحكم بالسرعة, التحكم بالموضع.

الشكل التالي يبين نظام الاتصال لتطبيق التحكم بالسرعة:

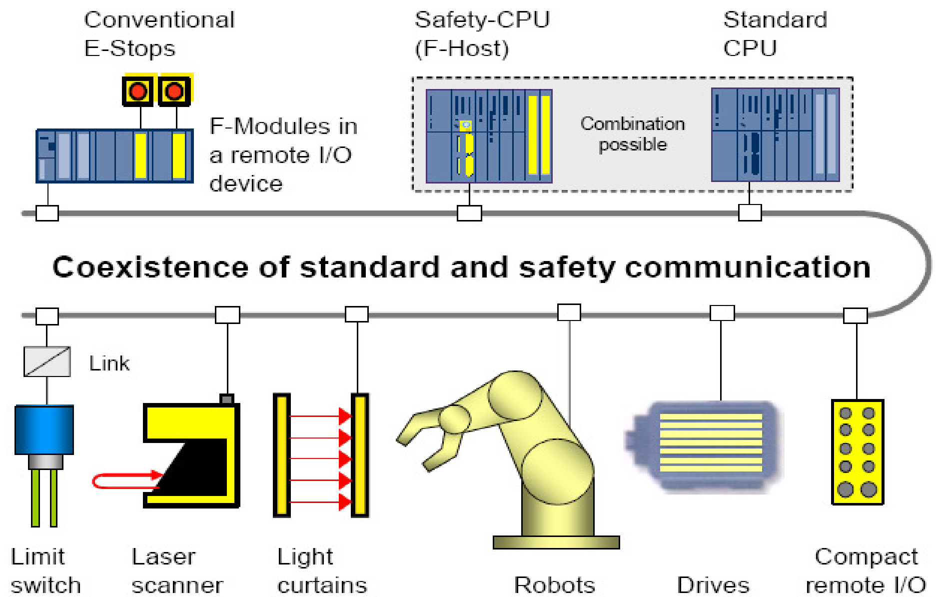


اما الشكل التالي فيبين نظام التحكم بالموضع:

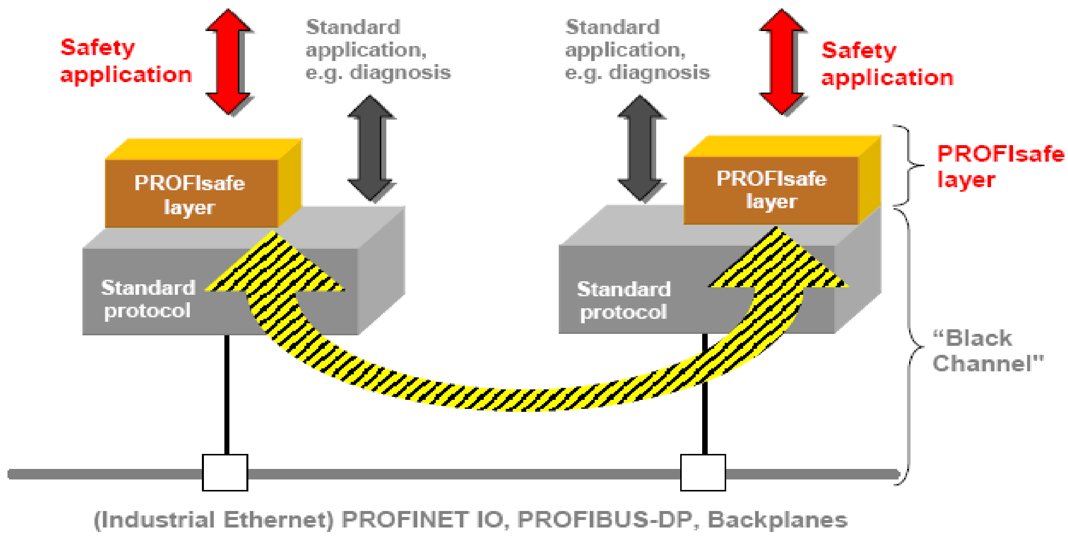



## PROFISAFE

هو نظام مخصص من PROFIBUS تم تطويره لزيادة انظمة الحماية و الامان على الاشخاص و الممتلكات, و من الممكن ان يعمل مع PROFIBUS DP و PROFINET بدون التاثير على عملها, حيث يتم اضافة رسائل خاصة بالحماية و الامان.



PROFISAFE يستخدم نظام يسمى القناة السوداء Black Chanel, و هو يعمل سواء على مستوى ال PLC او اجهزة الحقل من حساسات و مشغلات ميكانيكية لاكتشاف اي عطل او خلل مباشرة و اتخاذ الاحتياطات اللازمة لحماية الافراد و الممتلكات.



## تطبيقات عملية على ال PROFIBUS

بناء على طلب مجموعة كبيرة من الزملاء سنرفق في هذه الدورة مجموعة من التطبيقات العملية على نظام ال PROFIBUS, قد تتطلب هذه التطبيقات معرفة مسبقة بال PLC او الانفرتر, يمكن للزملاء متابعة الدورات الاخرى في هذا المجال, او يمكن للزملاء المبتدئين تخطي هذا الفصل و متابعة الدورة, و الرجوع اليه لاحقا.

## التطبيق الاول: PROFIBUS DP with Master CPU 315-2DP / Slave ET 200L

### متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration:

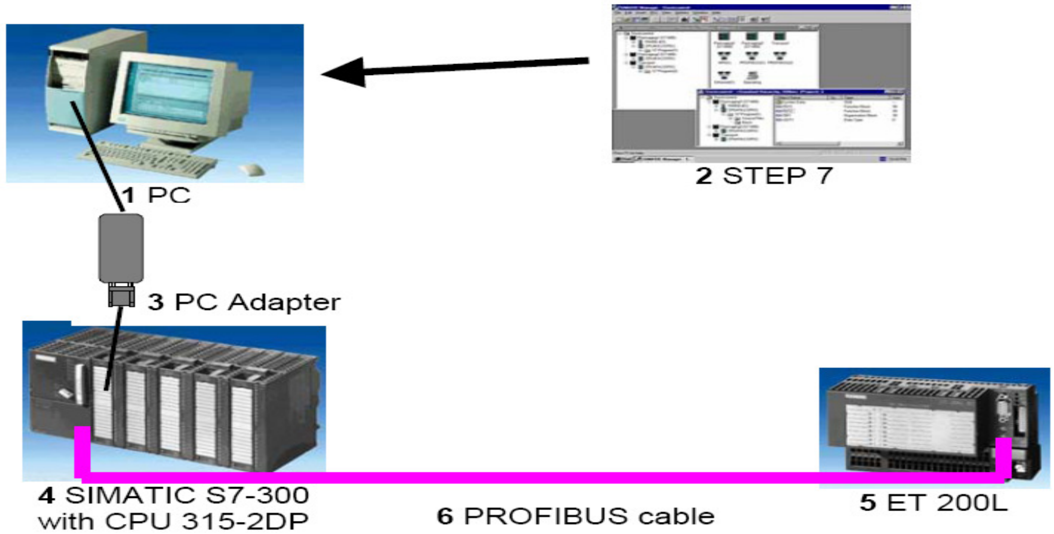
- جهاز حاسوب عليه برنامج Step 7.
- واجهة MPI Interface لجهاز الحاسوب.
- PLC SIMATIC S7-300 مع ال CPU 315-2DP

تتميز هذه ال CPU بان في داخلها واجهة PROFIBUS DP مدمجة, 48 Kbyte RAM , 1024 Byte DI/DO , 128 Byte AI/AO , 0,3 ms / 1K Instructions , 64 Counters , 128 Timers , 2048 Memory bits .

- وحدة من نوع I/O ET 200L مع 16 مدخل و مخرج رقمي.

تتميز هذه الوحدة بانها من نوع ال Slave على نظام ال PROFIBUS.

- كيبل PROFIBUS مع كرت PROFIBUS Slot.




المهمة المطلوبة:

الربط بين ال MASTER CPU315-2DP كجهاز رئيسي و SLAVE ET200L كجهاز فرعي, و التحقق من الربط من خلال برنامج بسيط, و ذلك من خلال اخراج اشارة على لمبة H1 عند تفعيل كل من الكبستين S0 و S1.

المداخل و المخارج:

I0.0 S0 Button selection

I0.1 S1 Button selection

Q0.0 H1 Display lamp

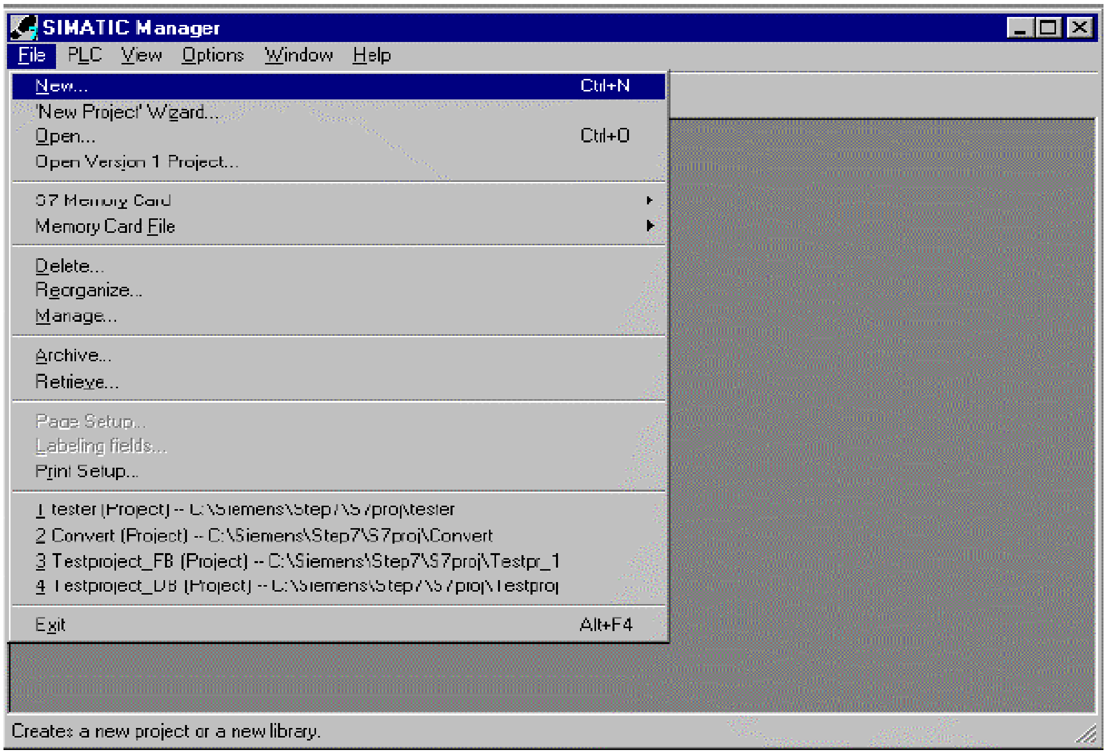
خطوات العمل:

- الضغط المزدوج على Simatic Maneger.

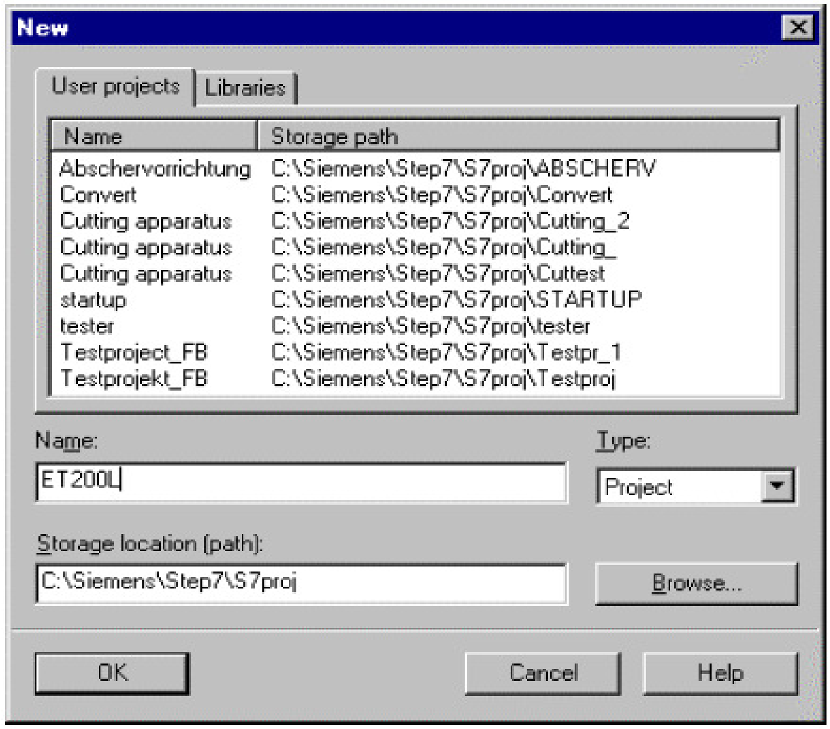



- انشاء برنامج جديد.

File, New

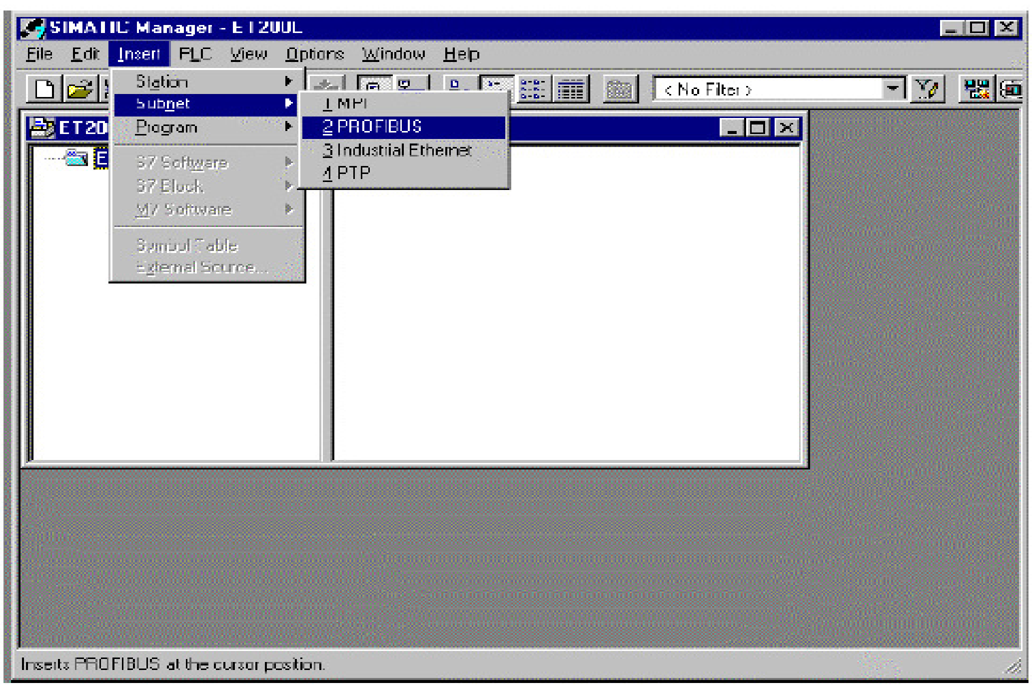



- ادخل اسم المشروع Name ET200L و اضغط OK



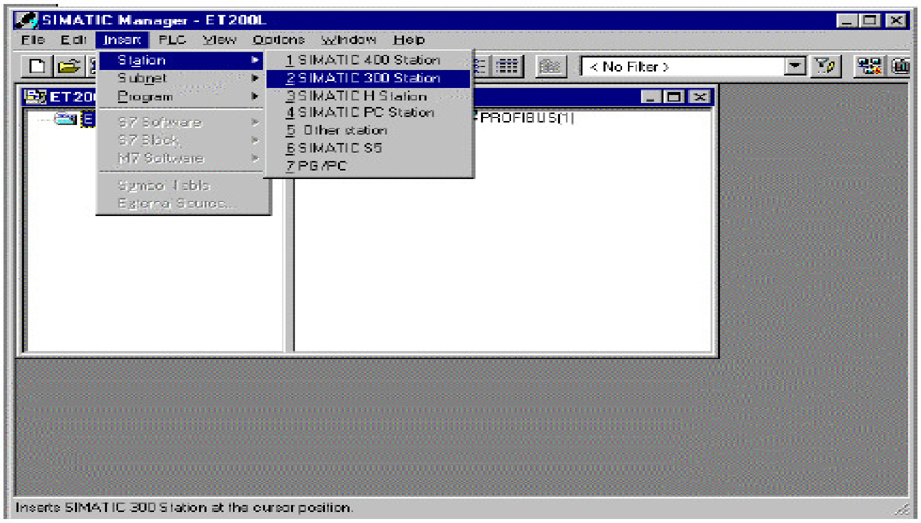

- ظلل على مشروعك و اختر انزال PROFIBUS Subnet من خلال التالي:

ET200L, Insert, Subnet

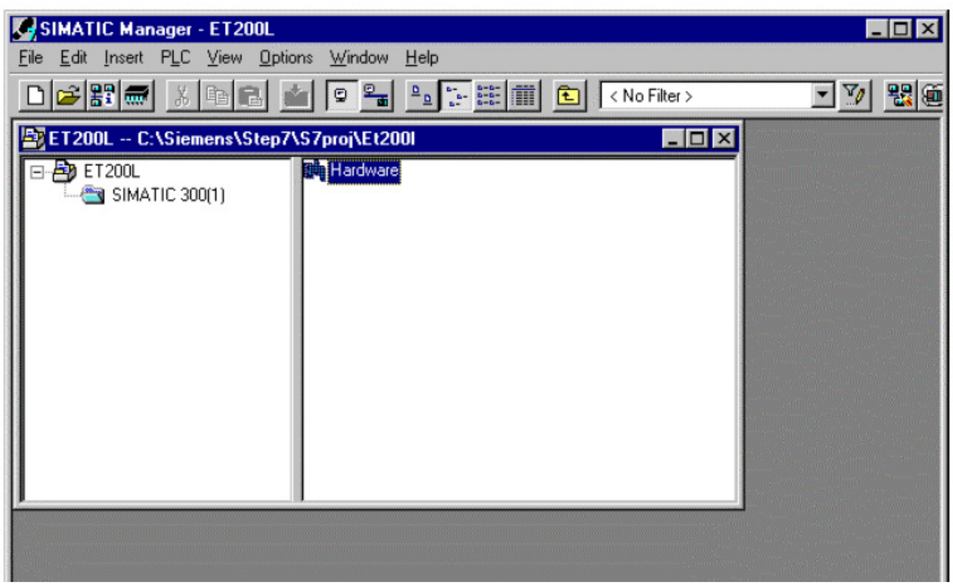


- ثم قم بادخال SIMATIC 300-Station

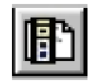
Insert, Station, SIMATIC 300-Station




- افتح اداة ال Hardware بالضغط عليها.

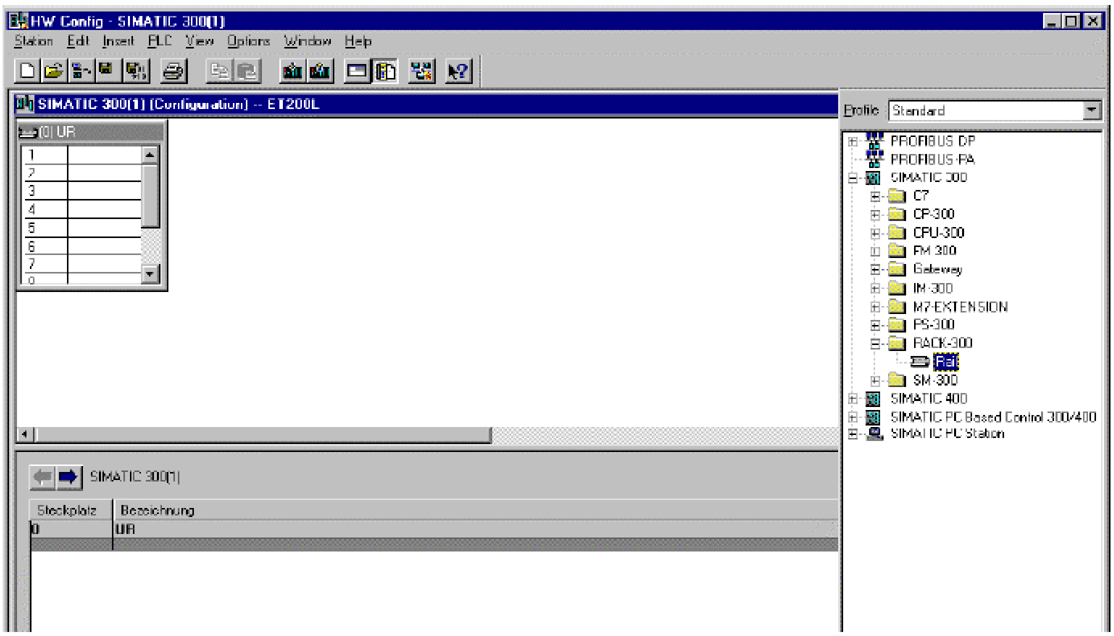



- الان اذهب الى Hardware Catalog من خلال الرمز التالي:



- و ذلك لاستعراض مكونات المنظومة المتاحة لك, قم بادخال Rail من خلال:

SIMATIC 300, RACK-300, Rail

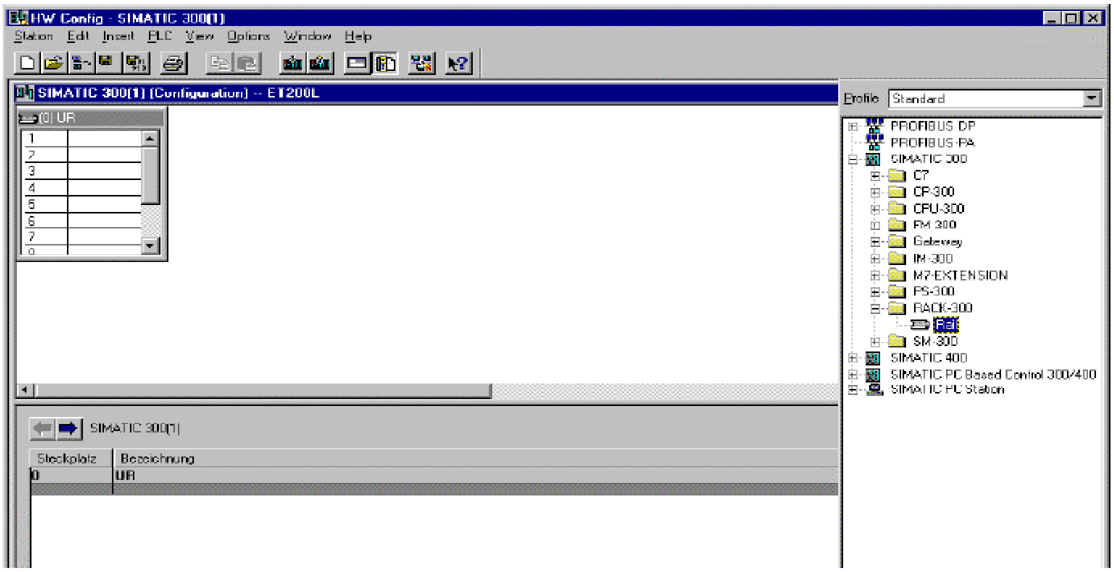



بعد عملية الادخال يظهر جدول لضبط Rack 0 بشكل الي.

- يمكنك الان اختيار الوحدات التي ترغب باستخدامها من Hardware Catalog و من خلال استمرار الضغط على الماوس و جرها الى configurations table قم بادخال المكونات التالي:

- اولا مزود الطاقة Power Supply.

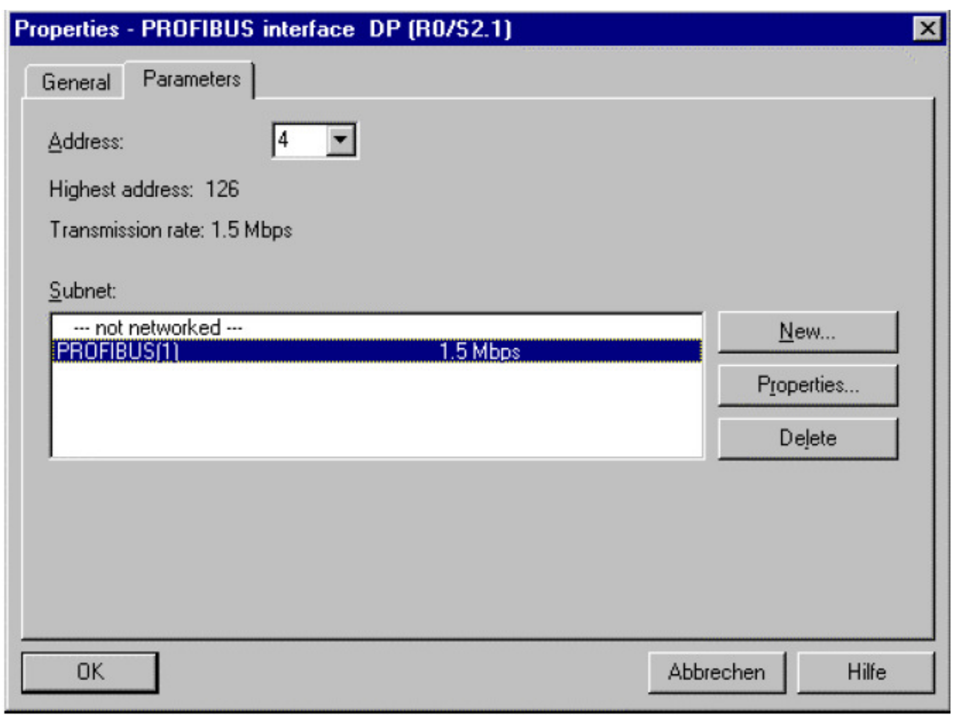
SIMATIC 300, PS-300, PS 307 2A



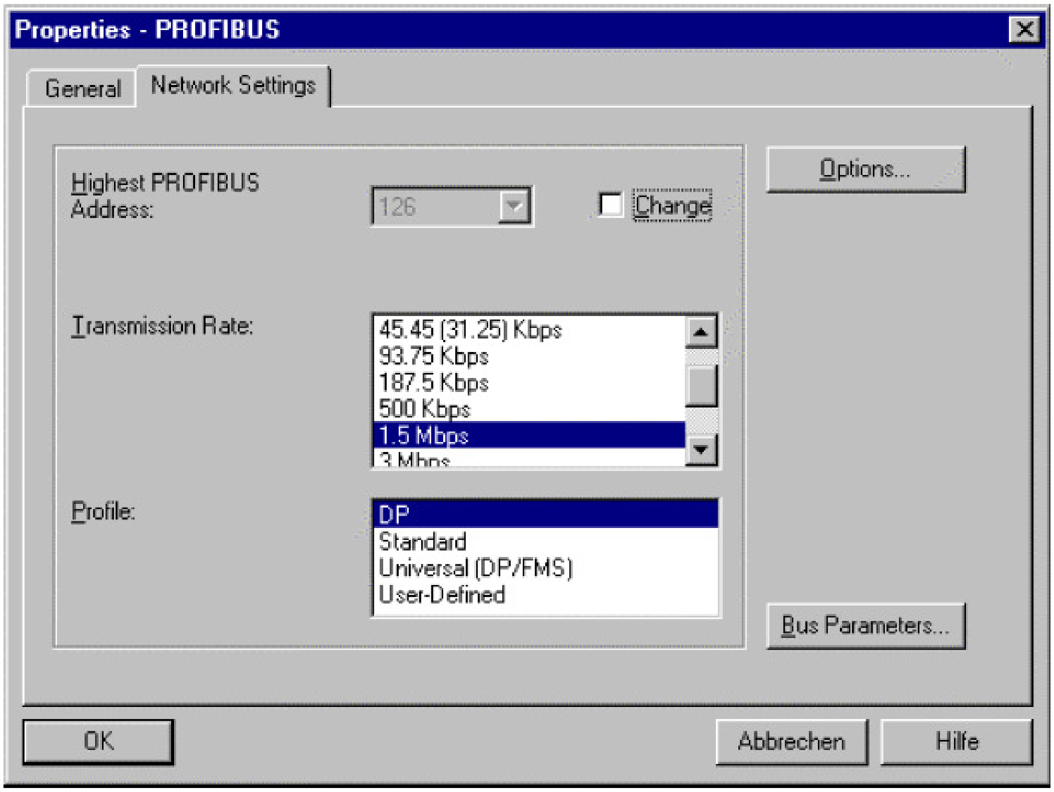

- الان ادخل ال CPU 315-2DP الى الموقع الثاني:

SIMATIC 300, CPU-300, CPU 315-2DP, 6ES7 315-2AF03-0AB0, V1.1

عند ادخال ال CPU ستظهر لك النافذة التالية حيث سنقوم بتعريف عنوان ال PROFIBUS و اختيار ال PROFIBUS net و من ثم عمل تعديل على ال Properties.

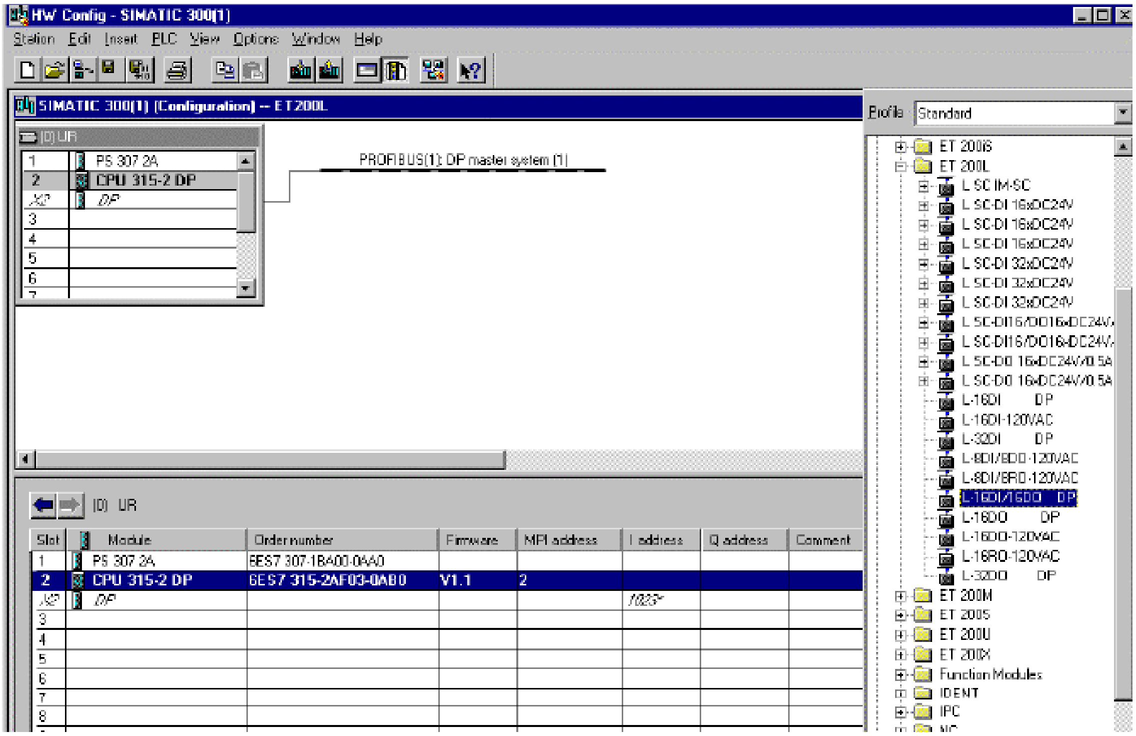


- قم باختيار العنوان 126 و هو اعلى عنوان موجود, و من ثم حدد معدل نقل البيانات Transmission Rate ب 1,5 Mbit/s و حدد ال Profile ب DP.

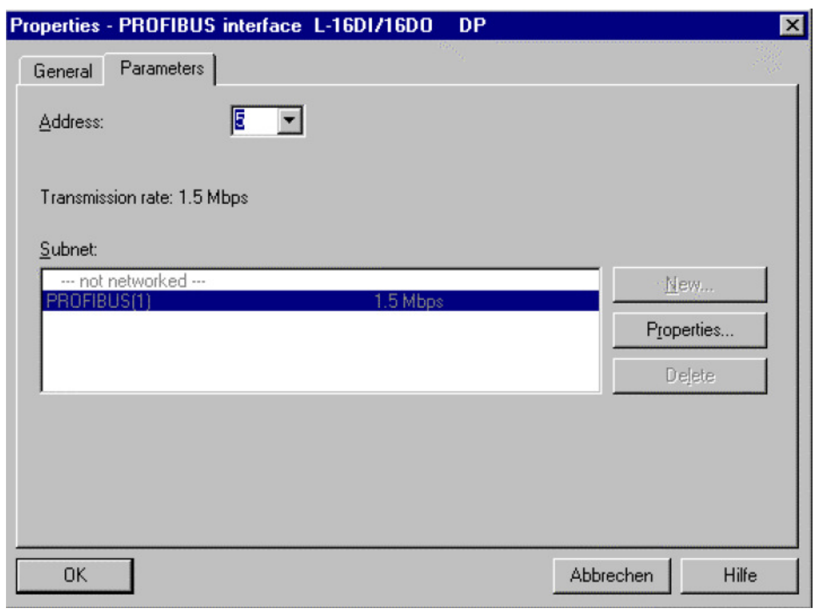



- يمكنك الان اضافة ال ET 200L with 16DI/16DO و اضافتها من ال Hardware Catalog الى ال PROFIBUS DP تحت ال CPU.

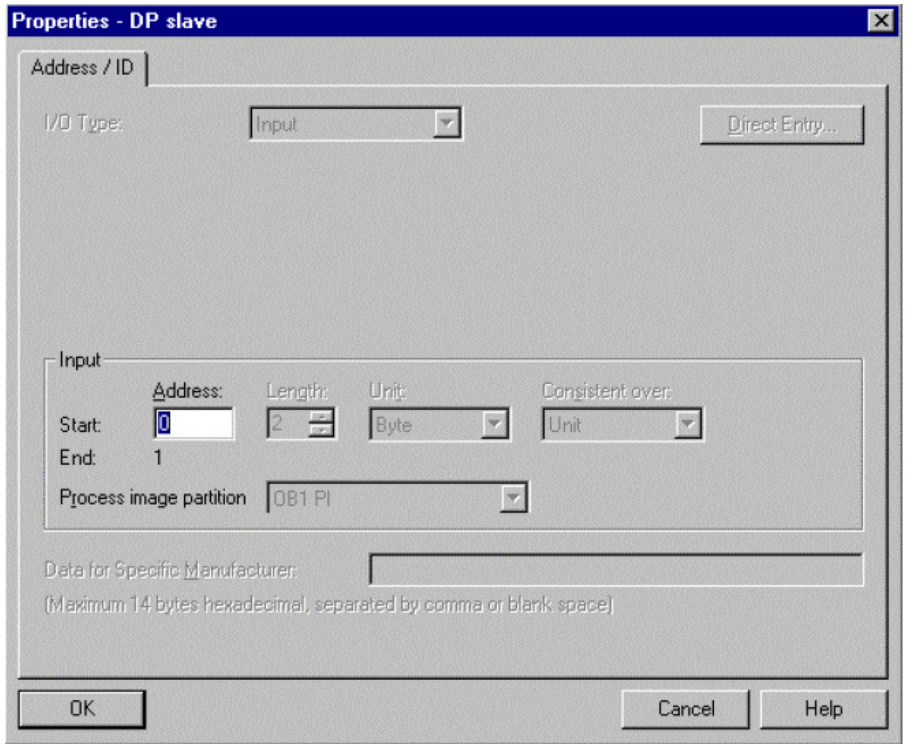
PROFIBUS DP, ET 200L, L-16DI/16DO, 6ES7 133-1BL00-0XB0



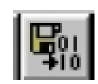

- بعد ادخال الجهاز الفرعي تظهر لك النافذة التالية, حدد الرقم 5 لعنوان ال Slave.




- يمكن الان الدخول و تعديل العنوان الحاص بكل مدخل او مخرج, و لكن عادة ما يتم استخدام العناوين التي يضعها النظام بشكل الي, على كل حال يمكن تعديل العنوان من خلال النافذة التالية.




- يجب حفظ ال configuration table من خلال الزر التالي:

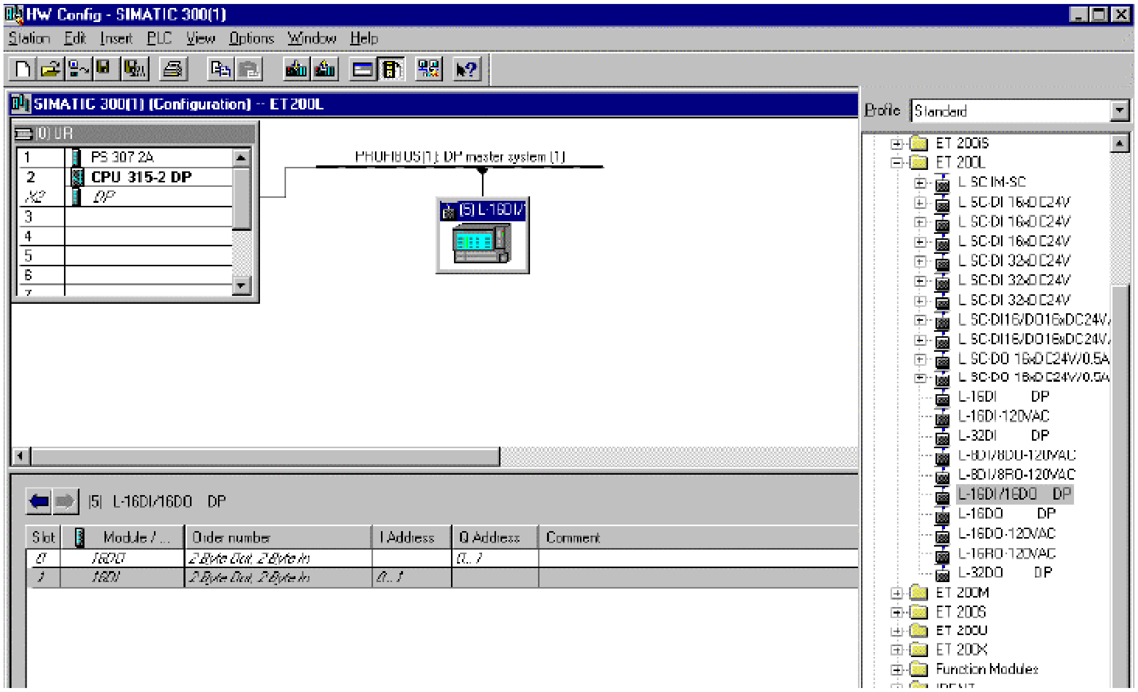


و من ثم عمل تحميل Download الى ال PLC من خلال الزر التالي:

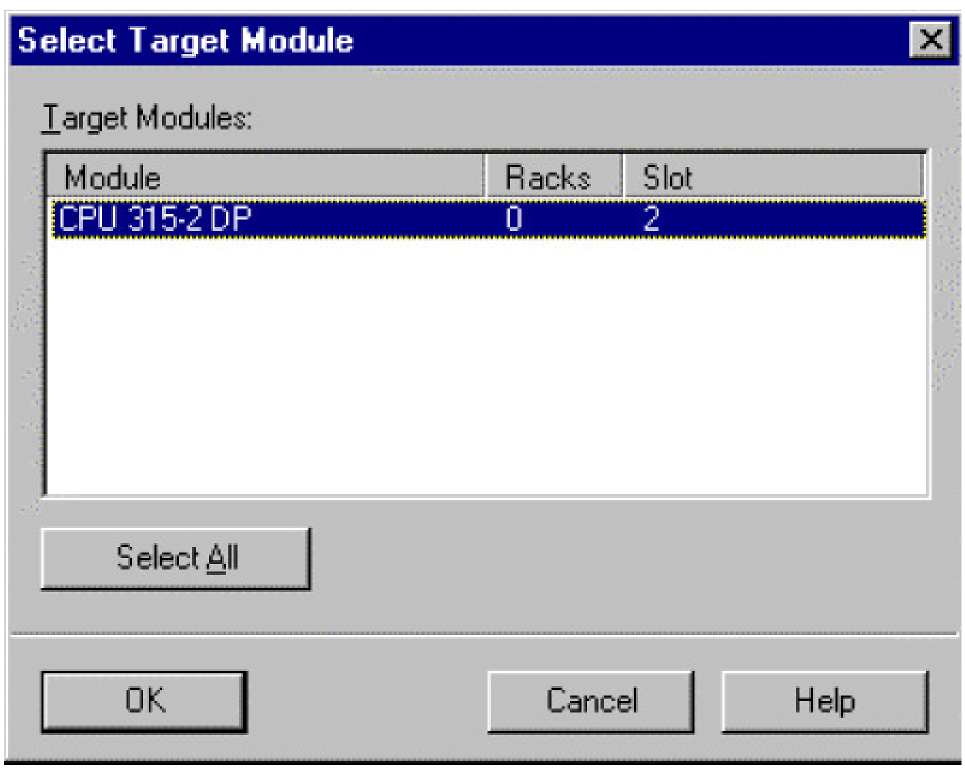


لا بد ايضا ان يكون ال CPU في وضع Stop للقيام بعملية التحميل.

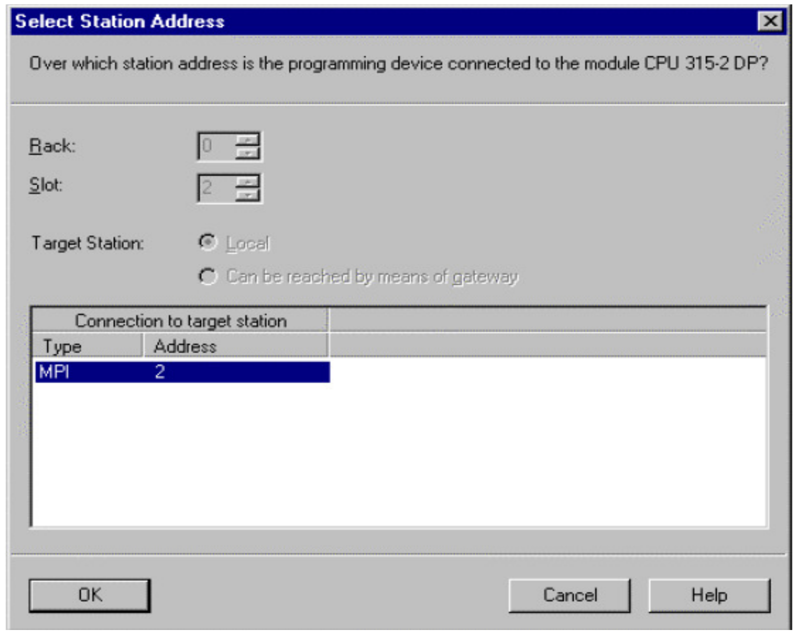
الشكل التالي يبين كيف سيكون شكل الشبكة:



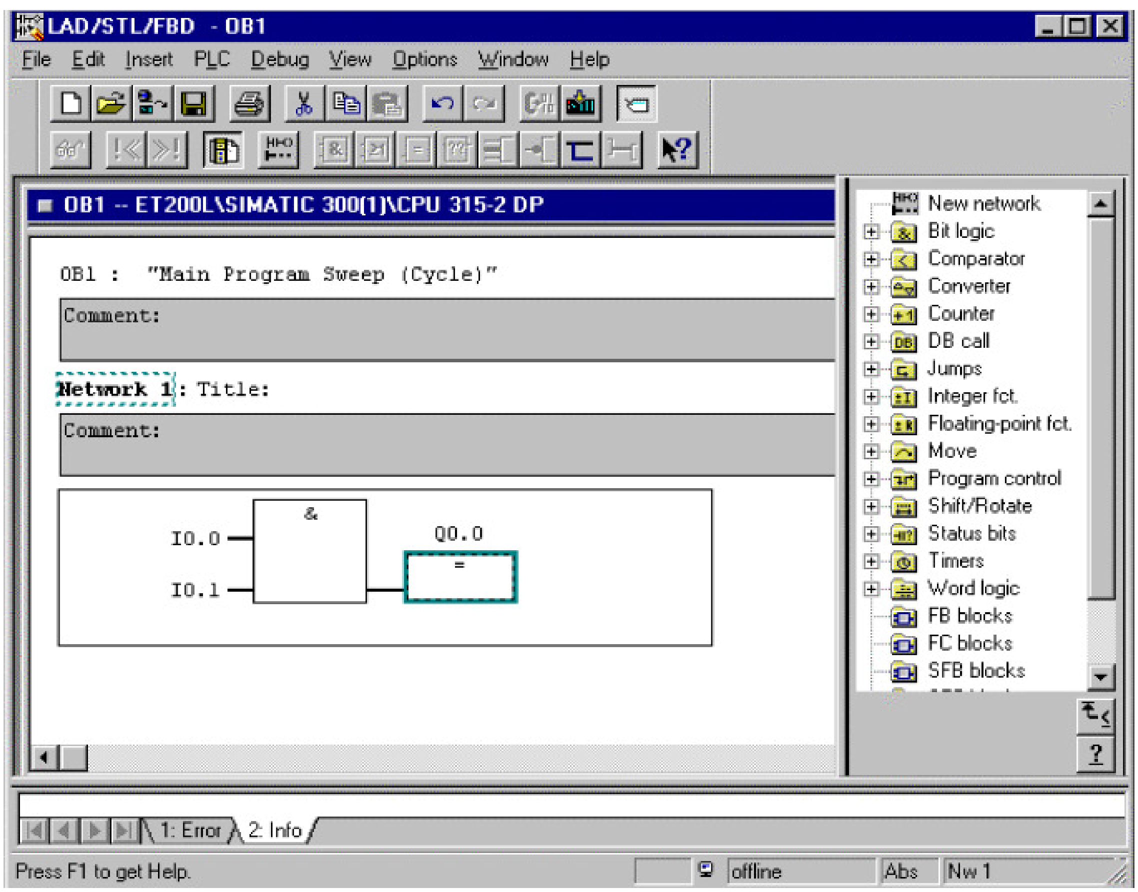

- يتم تحديد ال CPU الهدف للتحميل, الفائدة من هذه النافذة في حالة وجود عدة CPUs في المنشاة, فيتم اختيار ال CPU التي تم عمل تغيير على البرنامج الخاص بها, لان التحميل من الممكن ان ياخذ وقتا طويلا. هنا لا يوجد لدينا الا CPU واحدة فقط.



- يتم اختيار نوع ال Station في شبكة ال MPI كما هو مبين في الشكل:



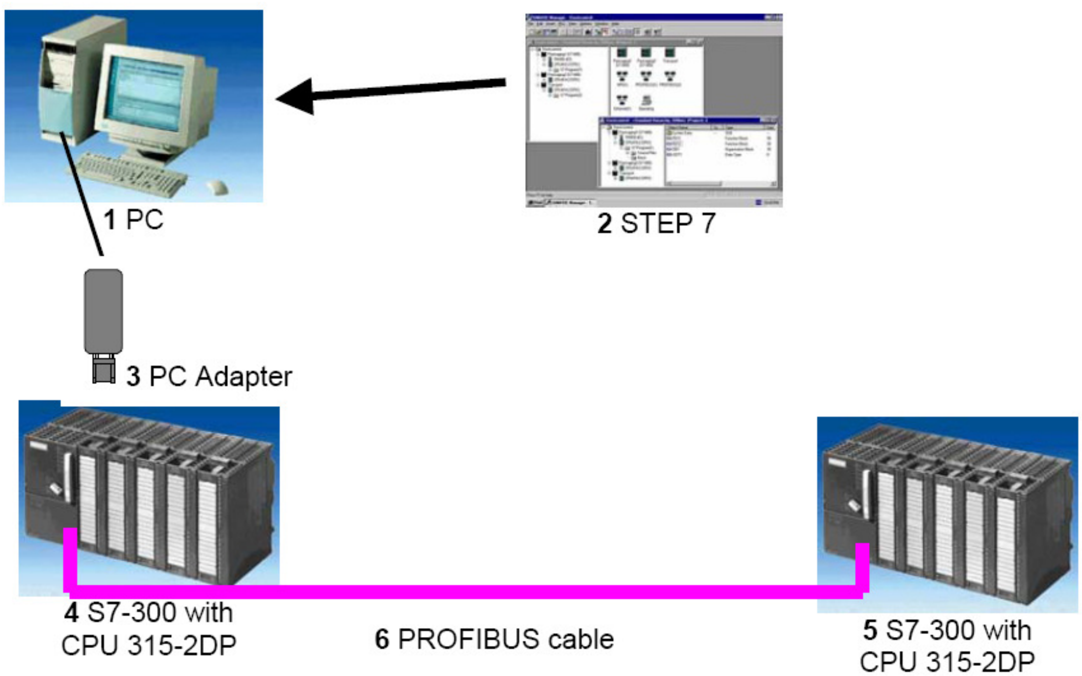

- بهذا تم الربط على شبكة ال PROFIBUS, و يتبقى علينا الخطوة الاخيرة و هي ادخال البرنامج البسيط على OB1 لاختبار التوصيل كما هو مبين في الشكل:



## التطبيق الثاني: Master CPU 315-2DP / Slave CPU 315-2DP

### متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration :

- جهاز حاسوب عليه برنامج.Step 7
- واجهة MPI Interface لجهاز الحاسوب.
- PLC SIMATIC S7-300 -مع ال CPU 315-2DP عدد اثنان, مع مدخل رقمي و مخرج رقمي على الاقل.
- Network: PS 307 2A
- CPU: CPU 315-2D
- Digital inputs: DI 16x DC24V
- Digital outputs: DO 16x DC24V / 0.5A
- كيبل PROFIBUS مع كرت.PROFIBUS Slot




### المداخل و المخارج:

**Master- CPU :**

IB 0 SET Input byte

IB 40 Comm_IB1 Input communication Byte1

QB 4 DISPLAY Display byte

QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

**Slave- CPU :**

IB 0 SET Input byte

IB 40 Comm_EB1 Input communication Byte1

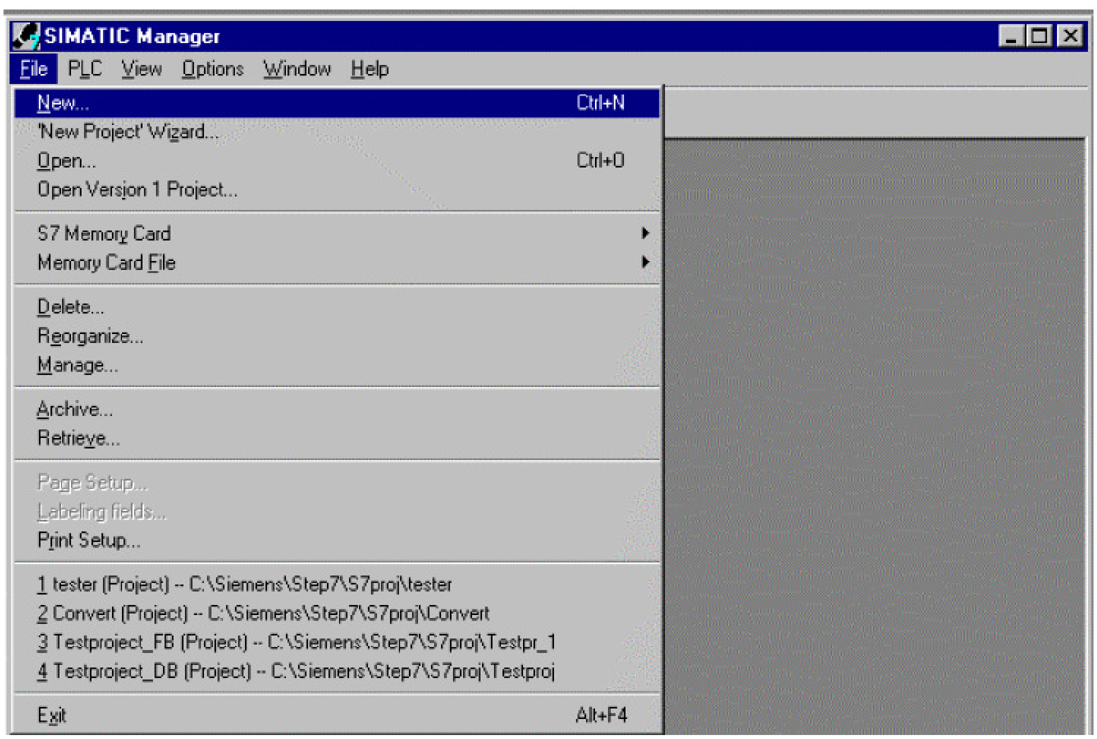
QB 4 DISPLAY Display byte

QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

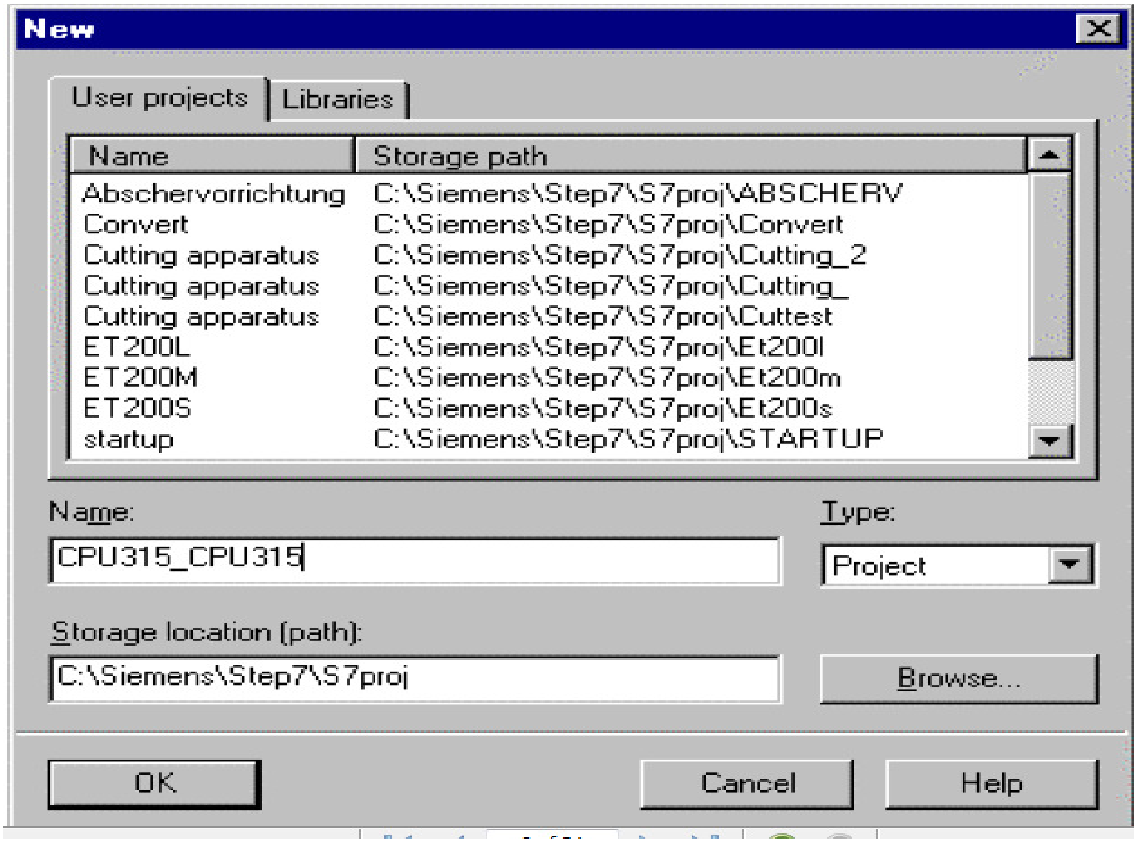
خطوات العمل:

- نبدا اولا بفتح نافذة Simatic manager و انشاء مشروع جديد من New.



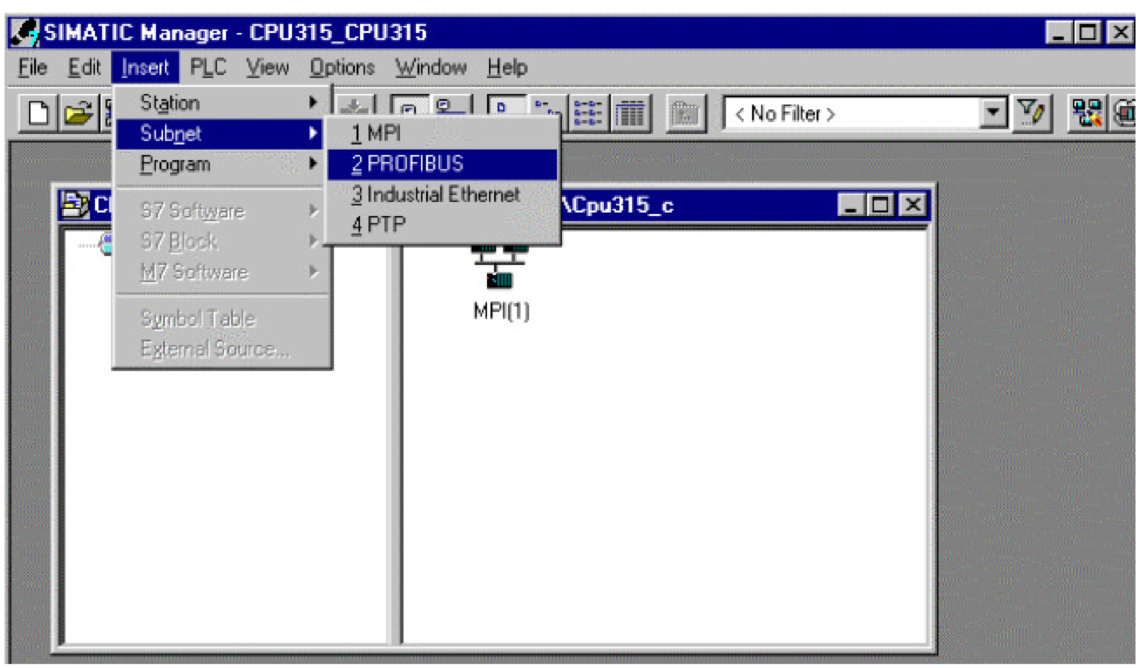



- سم المشروع CPU315_CPU315 .



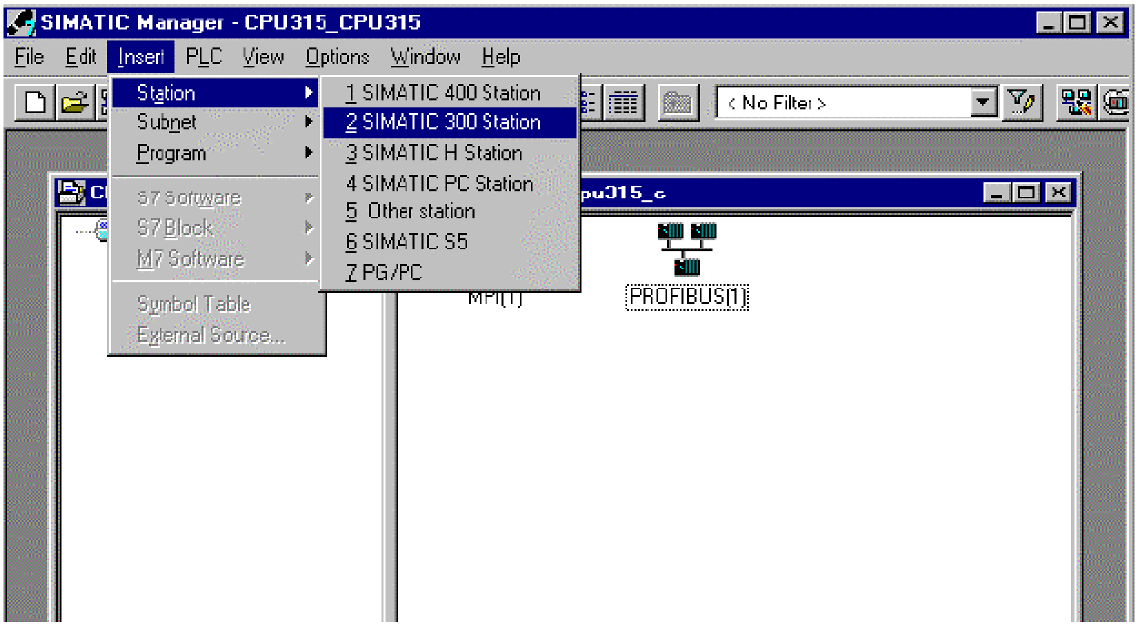

- ظلل مشروعك و ادخل شبكة PROFIBUS.

CPU315_CPU315 _ Insert _ Subnet _ PROFIBUS

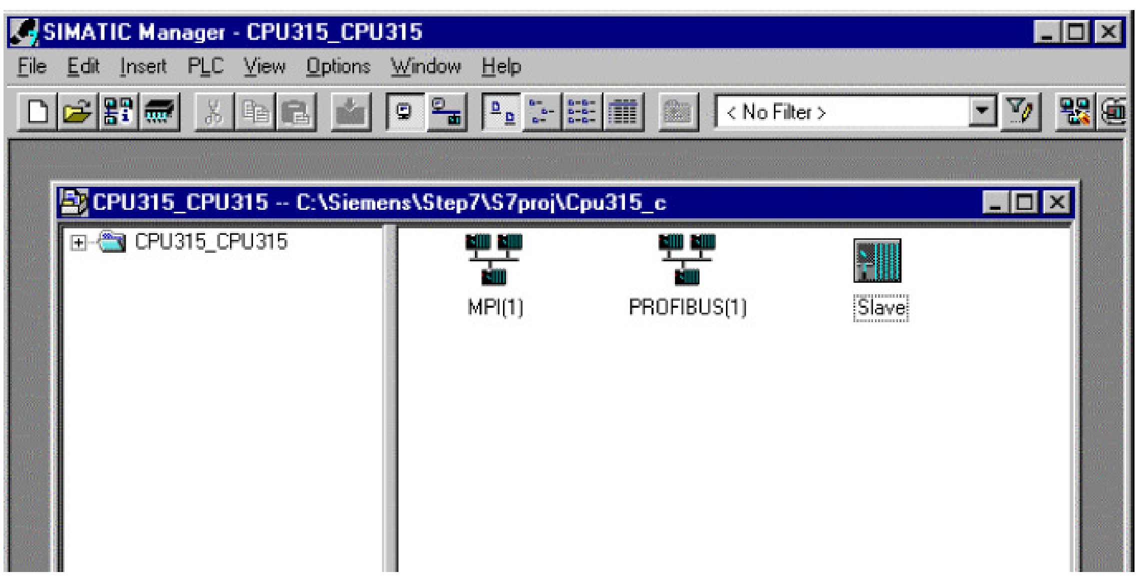


- ادخل SIMATIC 300-Station .

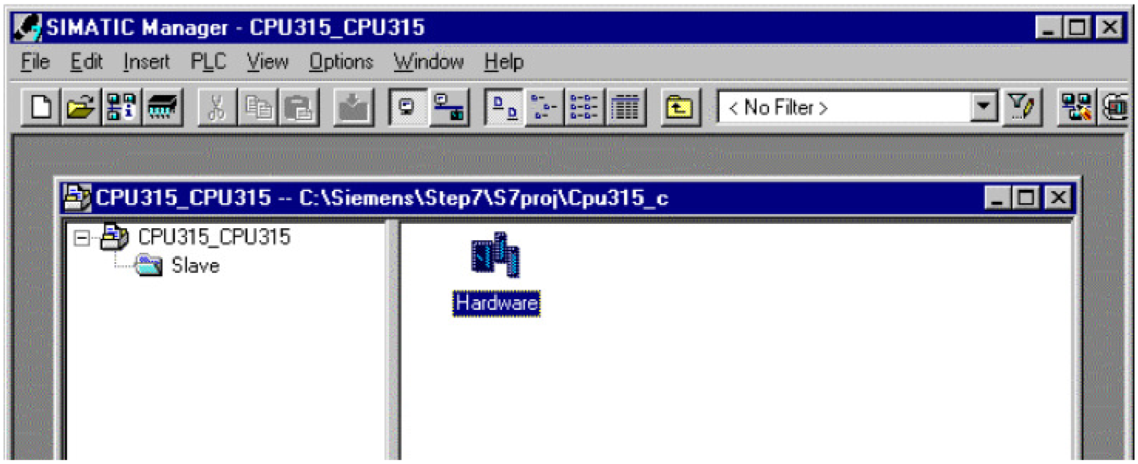
.Insert- Station- SIMATIC 300-Station



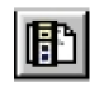

- عدل اسم ال Station الى Slave.



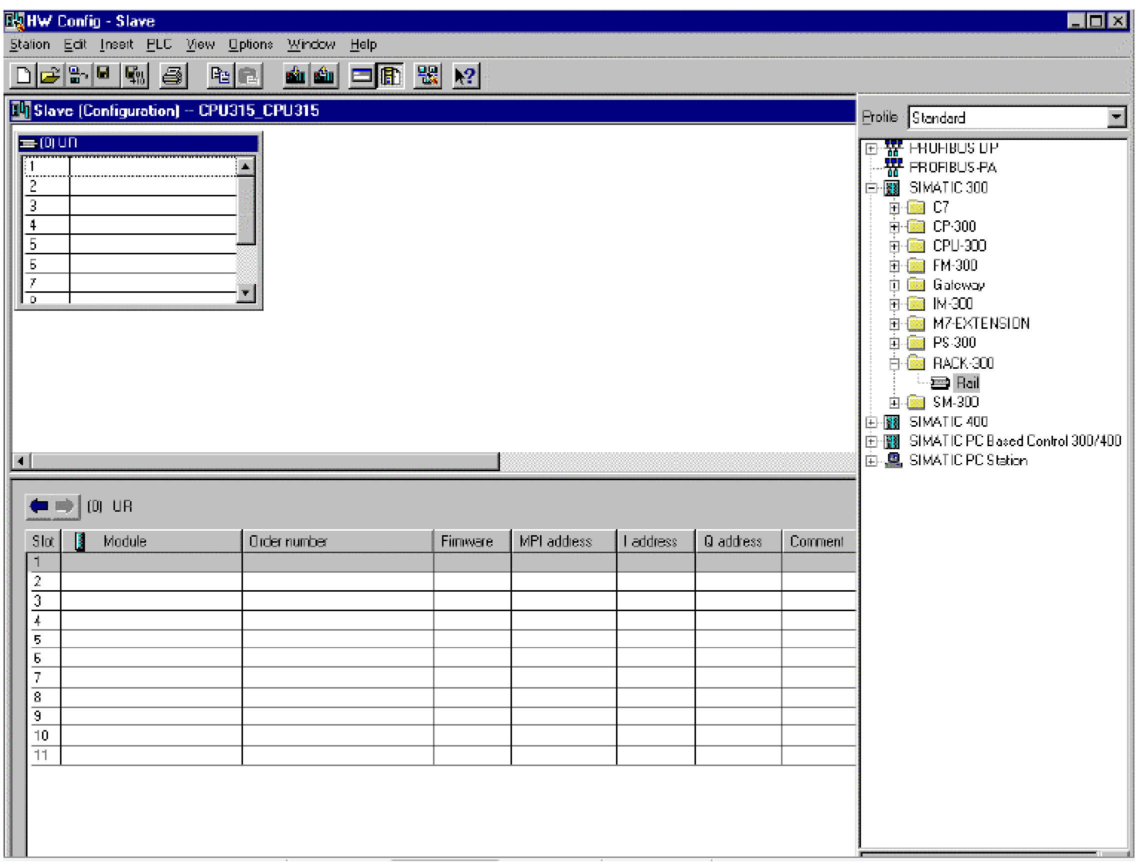
- افتح اداة ال Hardware.




- افتح ال Hardware Catalog من خلال الكبسة التالي:

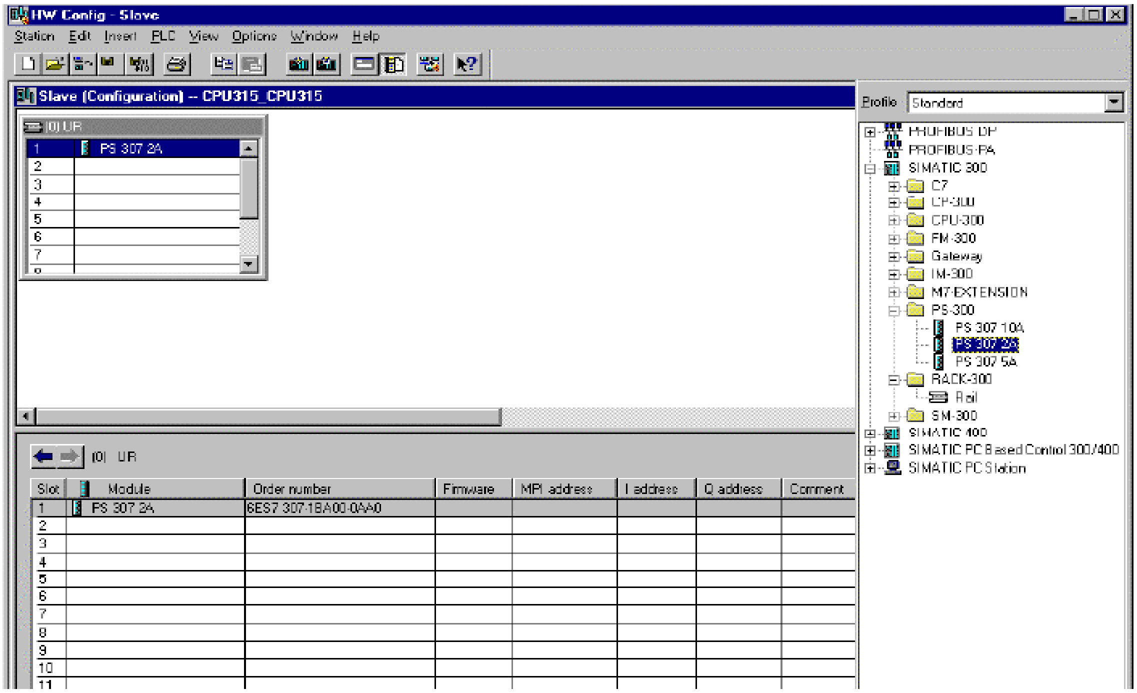


- قم بادخال Rail.



- ابدا بادخال ال Power Supply.

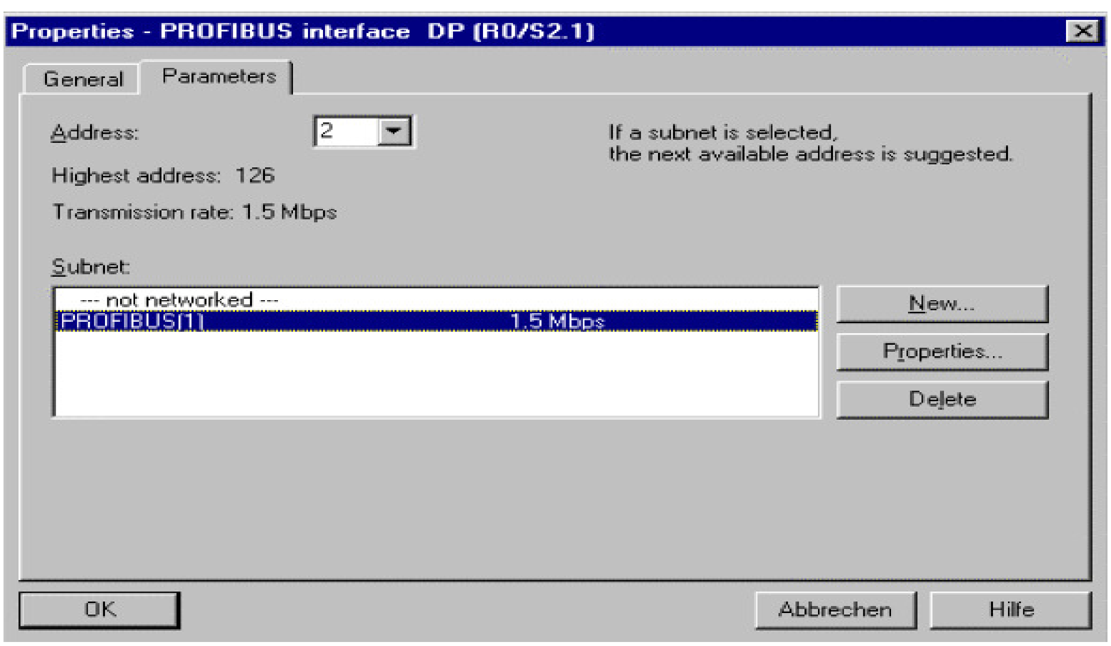
SIMATIC 300 _ PS-300 _ PS 307 2A.

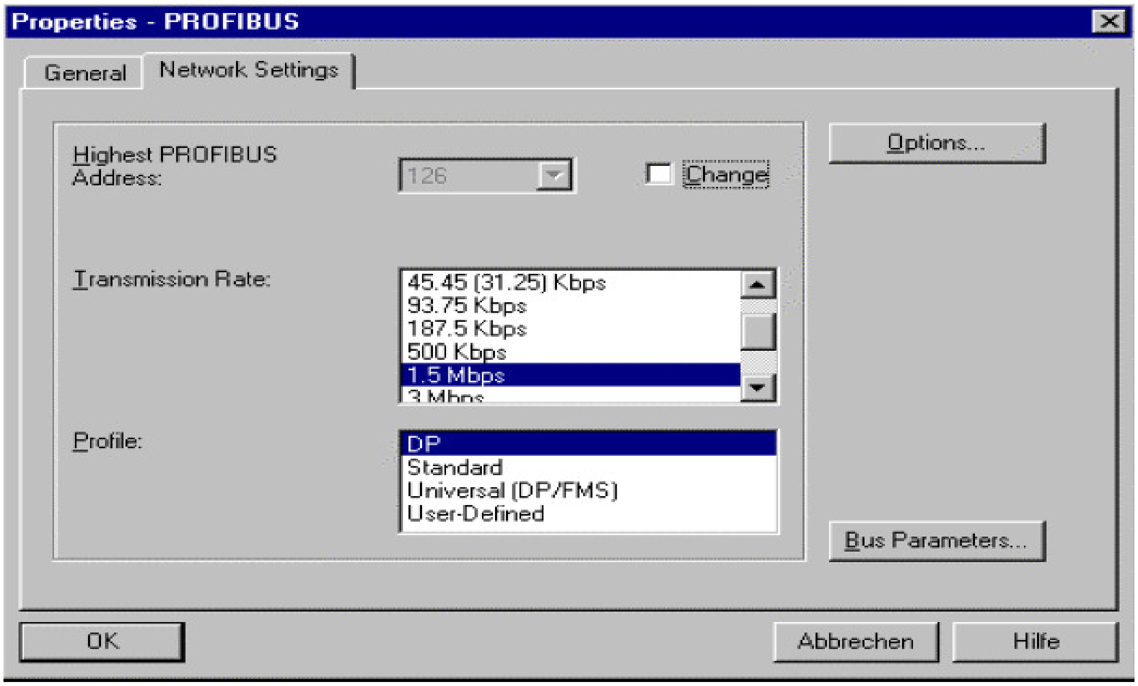


- الخطوة التالية ادخل ال CPU 315-2DP .

SIMATIC 300_ CPU-300 _ CPU 315-2DP _6ES7 315-2AF03-0AB0 _V1.1.

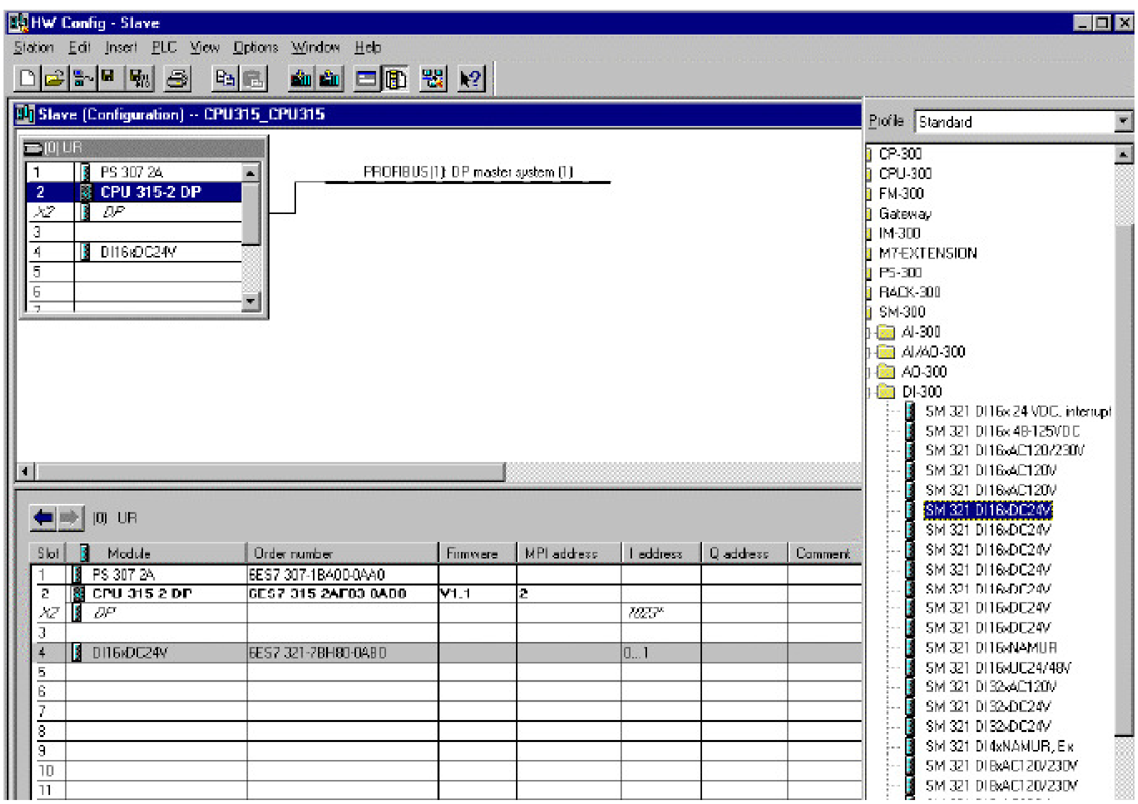
ثم ادخل الاعدادات الخاصة بال CPU كما تبين الاشكال التالي:






- الان ادخل وحدة مداخل رقمية 16 Input Module على ال Slot رقم 4.

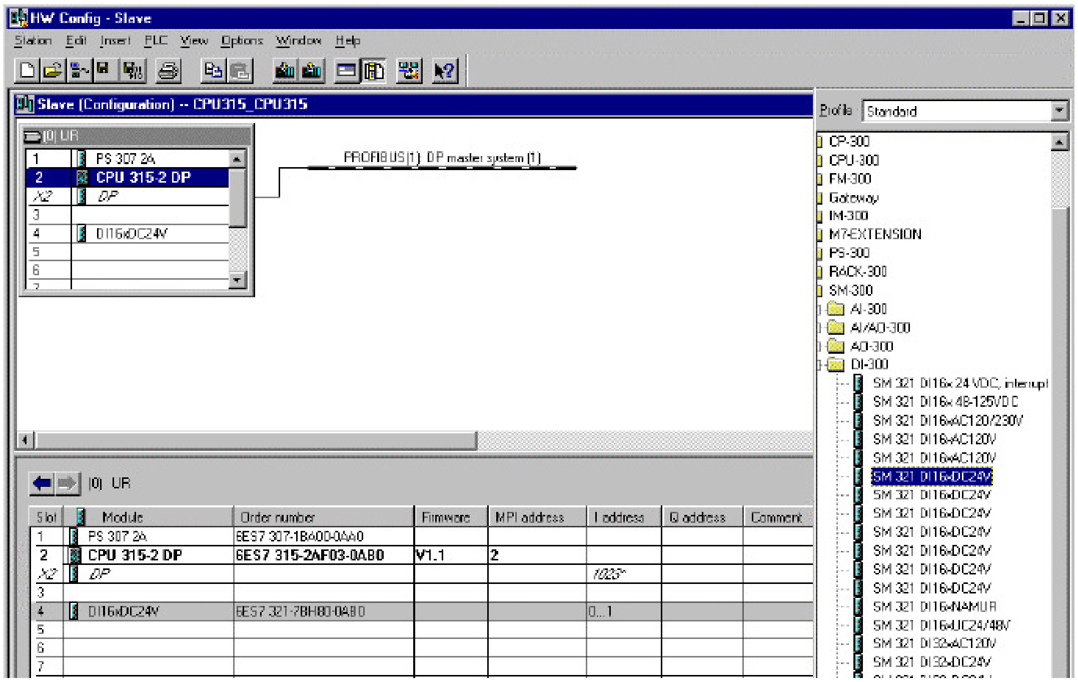
SIMATIC 300_ DI-300 _ SM 321 DI16xDC24V.



بالنسبة ل Slot 3 فهي تبقى فارغة و محفوظة لوحدة الواجهة Interface Module.

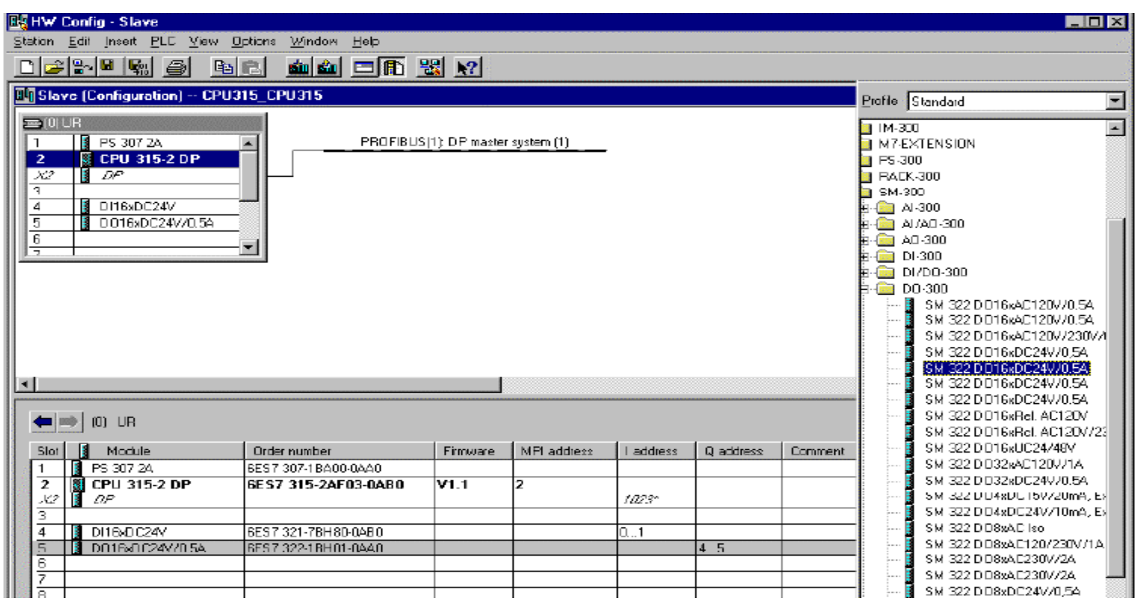
- الخطوة التالية ادخال وحدة مداخل 16 inputs

SIMATIC 300- DI-300- SM 321 DI16xDC24V.

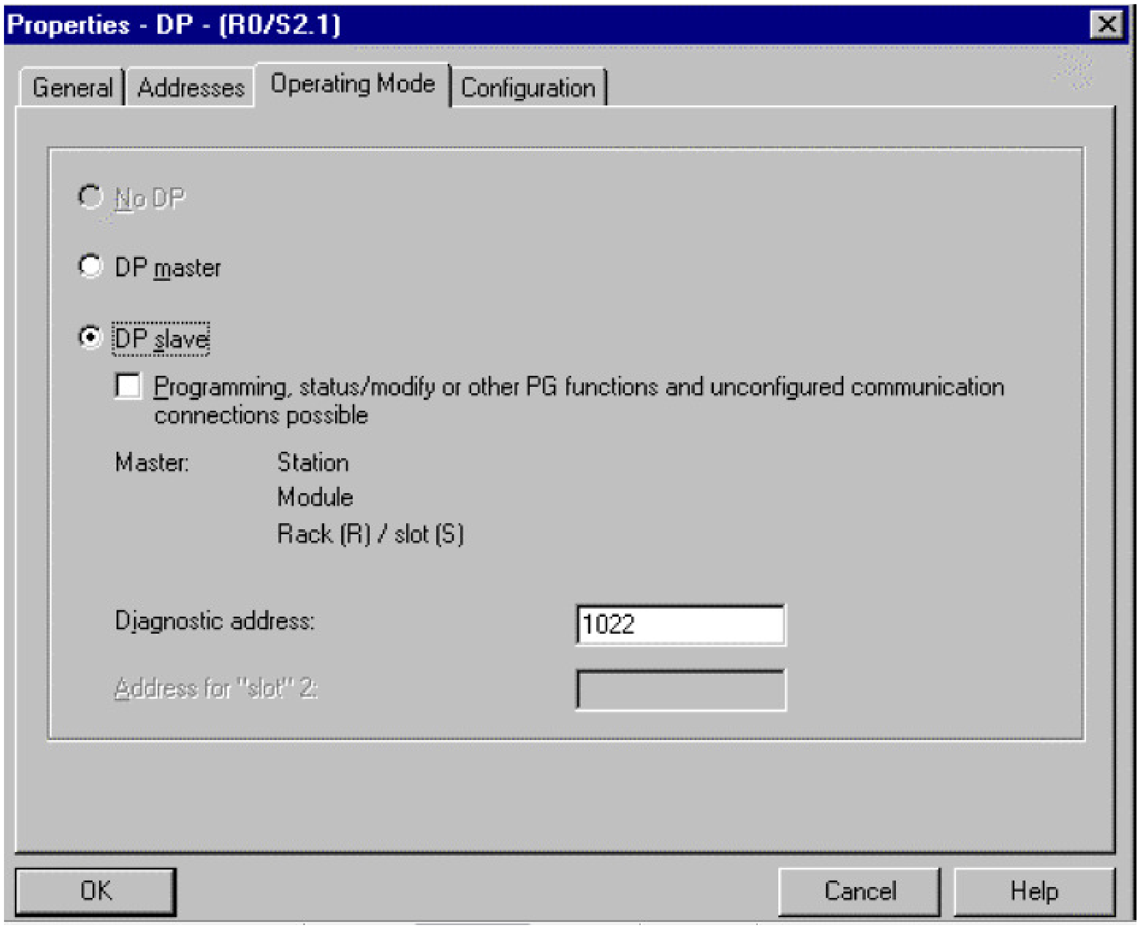



- الخطوة التالية ادخال وحدة مخارج 16 outputs

SIMATIC 300-DO-300 - SM 322 DO16xDC24V/0.5A



-الان اضغط على واجهة DP لاختيار وضع الفرعي ,Slave من النافذة التي ستظهر اختر Operating Mode و اختر الخيار.DP Slave



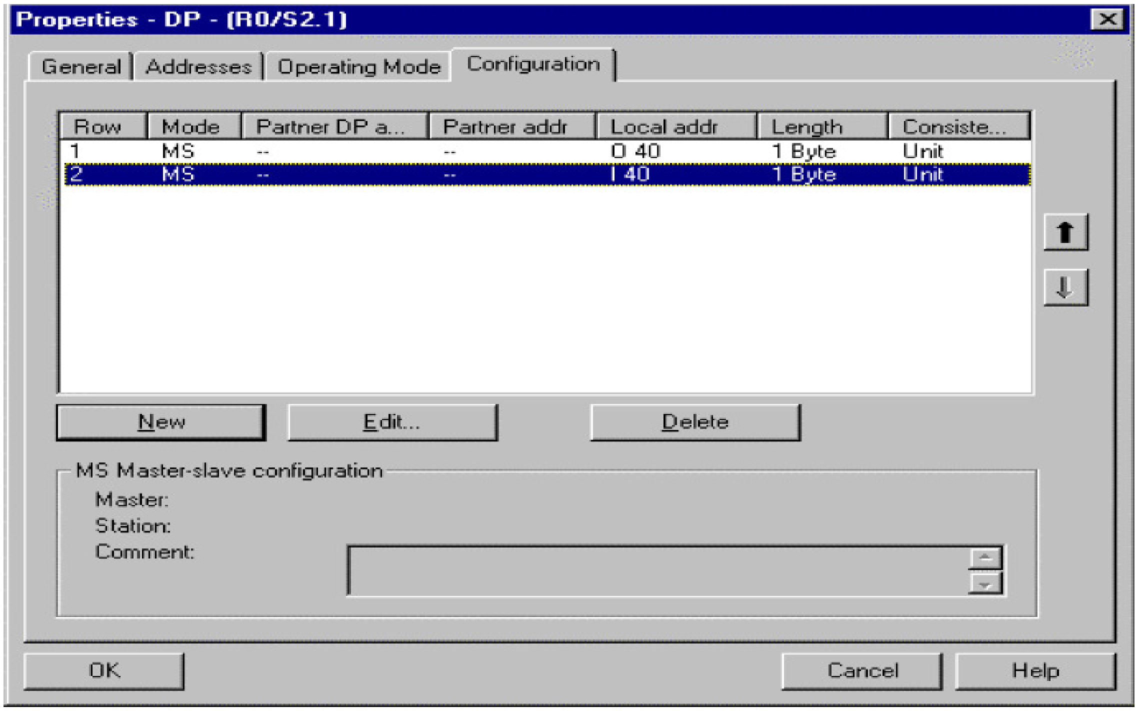

سيتم الان تحديد كيفية التخاطب مع الرئيسي ,Master من خلال نافذة Configuration ادخال الخيارات التالية:

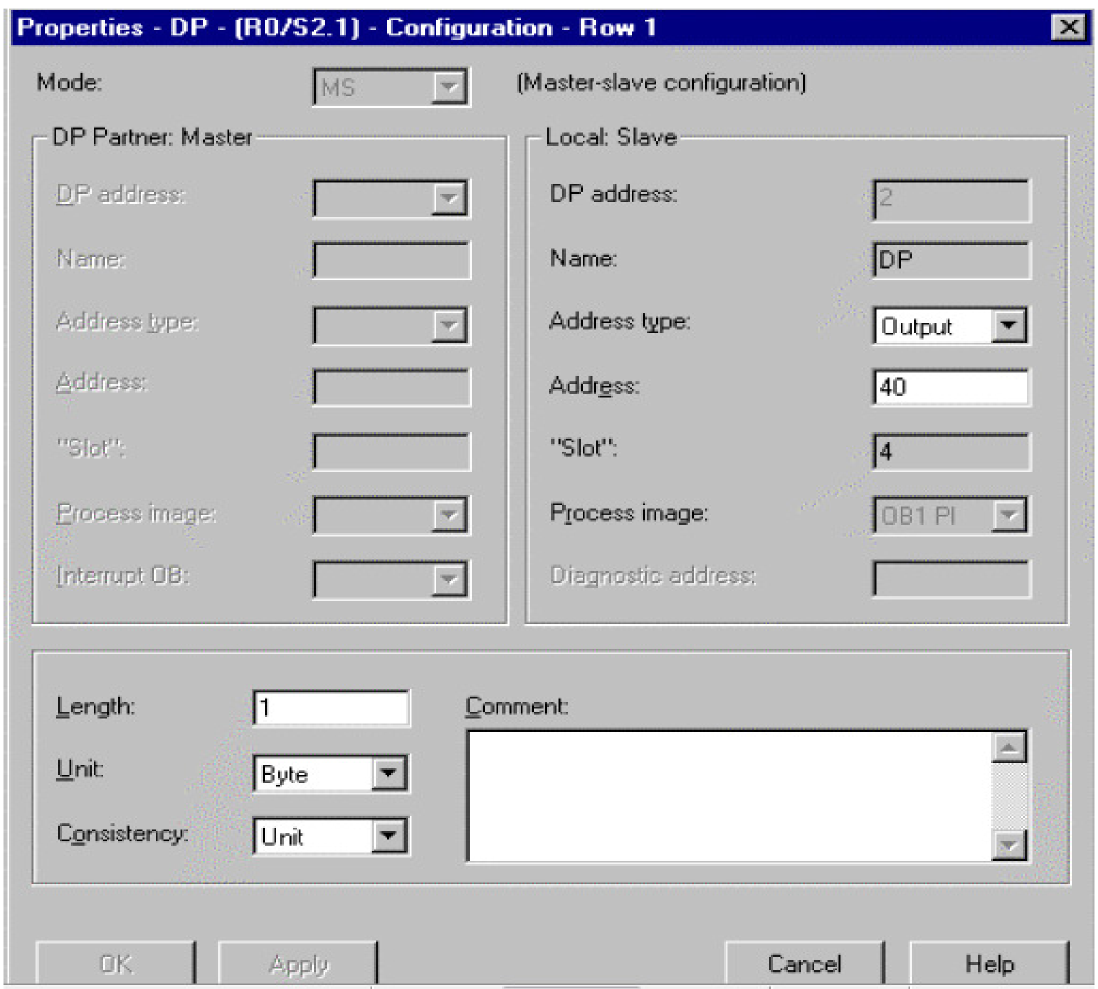
Mode: Master/Slave

Output range: Q40; Length 1 byte; Consistency by the unit of a word

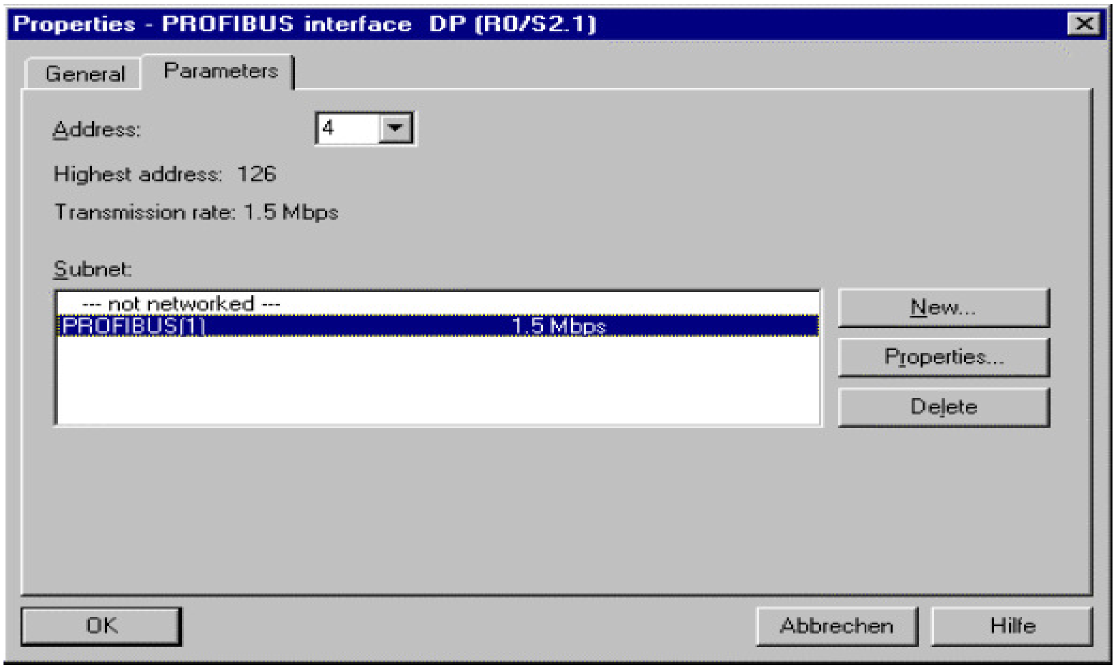
Input range: I40; Length 1 byte; Consistency by the unit of a word

اي تحديد المخرج و المدخل الذين سيتم نقل البيانات بين ال CPUs من خلالهما.


Properties - DP - (R0/S2.1)
General
Addresses
Operating Mode
Configuration
Row
Mode
Partner DP a...
Partner addr
Local addr
Length
Consiste...
1 MS -- -- O 40 1 Byte Unit
2 MS -- -- I 40 1 Byte Unit
New
Edit...
Delete
MS Master-slave configuration
Master:
Station:
Comment:
OK
Cancel
Help


Properties - DP - (R0/S2.1) - Configuration - Row 1
Mode:
MS
(Master-slave configuration)
DP Partner: Master
DP address:
Name:
Address type:
Address:
"Slot":
Process image:
Interrupt OB:
Local: Slave
DP address:
2
Name:
DP
Address type:
Output
Address:
40
"Slot":
4
Process image:
OB1 PI
Diagnostic address:
Length:
1
Unit:
Byte
Consistency:
Unit
Comment:
OK
Apply
Cancel
Help

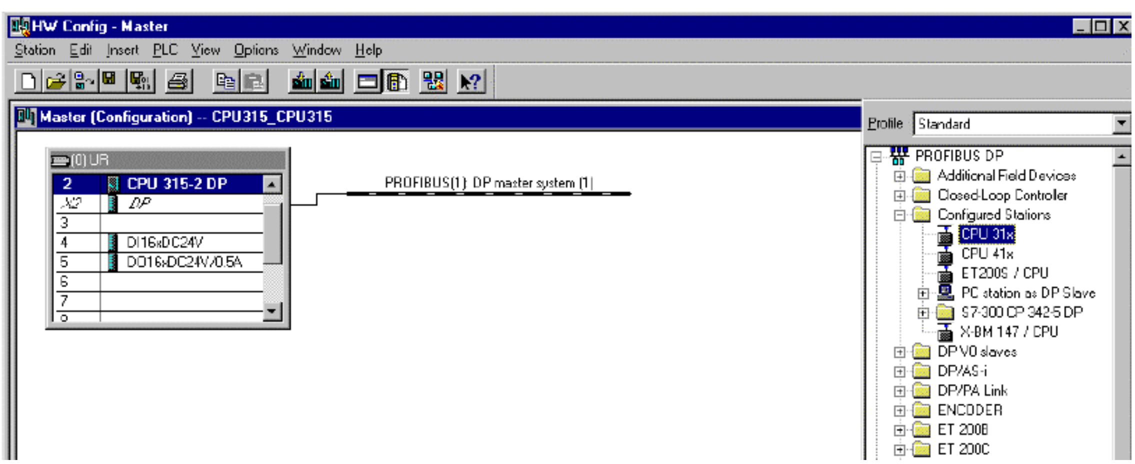
- قم بعمل حفظ و Download للنظام, و من ثم اعد نفس الخطوات السابقة بادخال CPU S300 مع تغيير اسمها الى Master, و ادخال باقي الوحدات عليها, و لكن ضع ال Address في النافذة التالية 4.



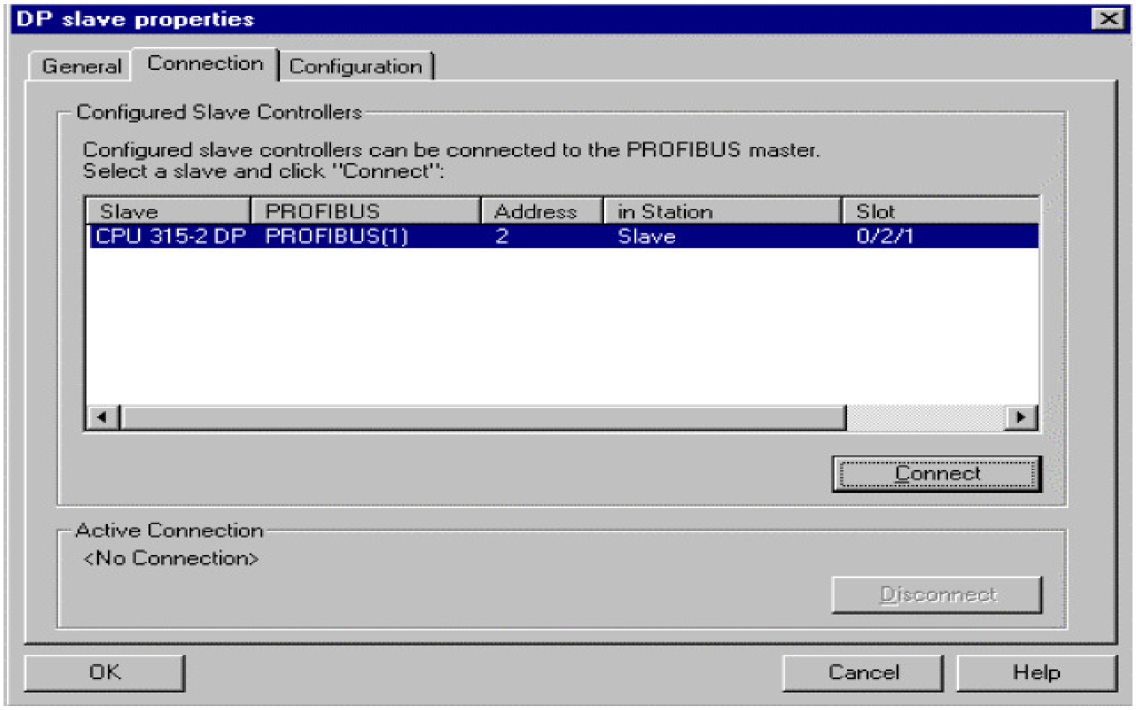

الان على ال CPU الرئيسي Master بامكانك اختيار ال CPU الفرعي Slave و ادراجه على الرئيسي Master من:

PROFIBUS DP _ Configured Stations _ CPU31x.

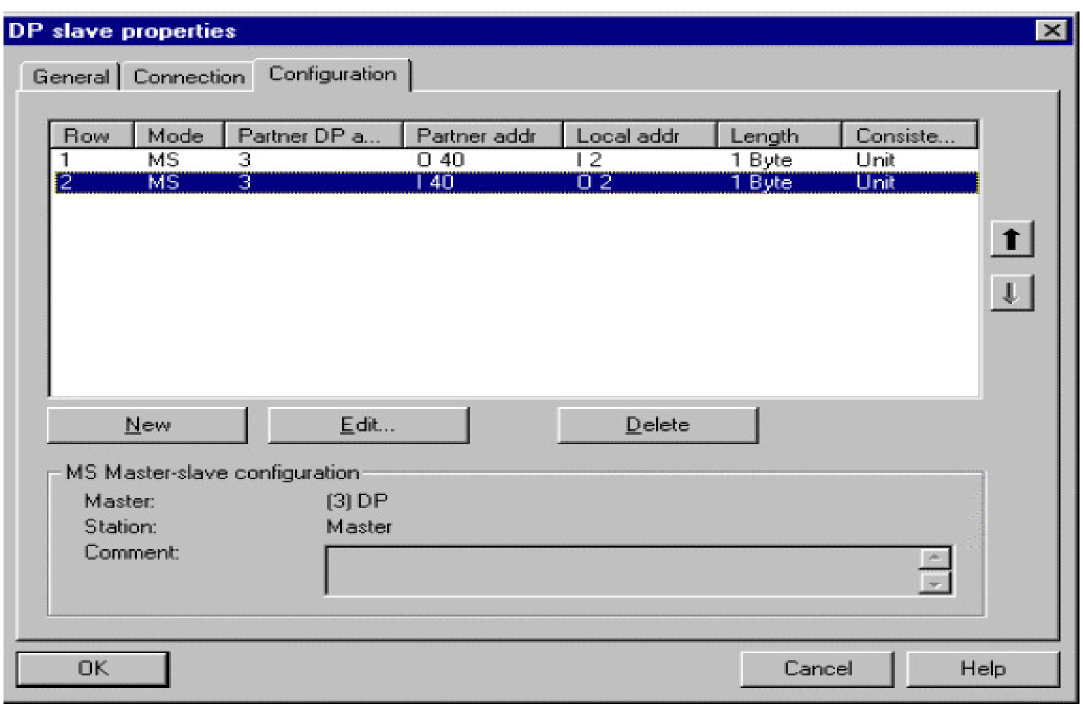
و ذلك باستمرار الضغط عليه و جره الى الخط الذي بجانب ال CPU الرئيسي.



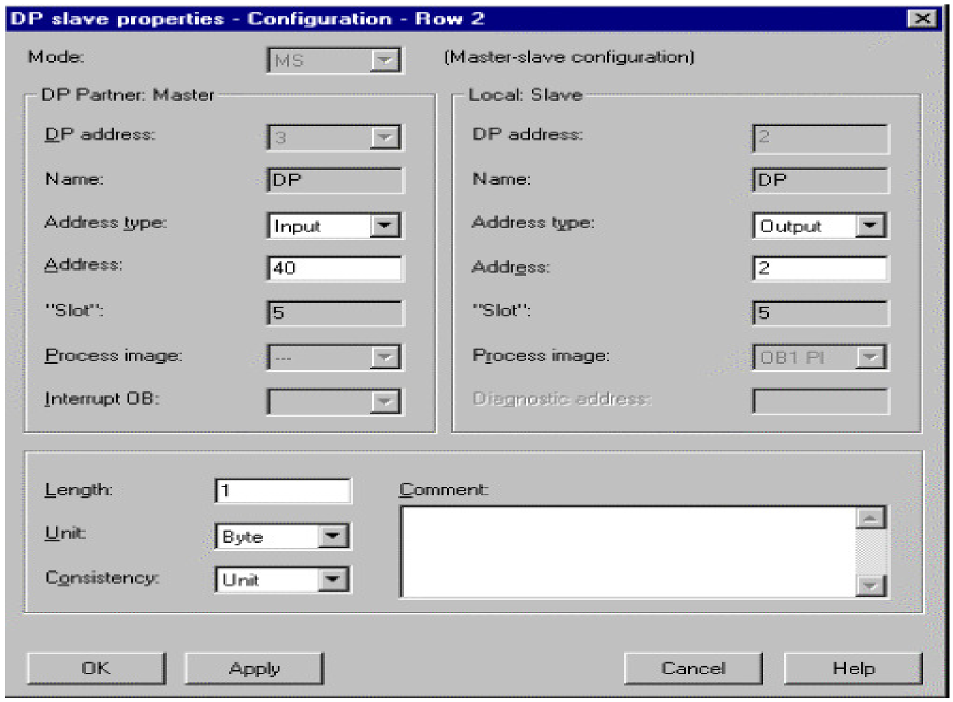
الان ستظهر لك شاشة من خلال لائحة Connect قم باختيار (PROFIBUS- Address 2) و من ثم اضغط على Connect ومن ثم OK.



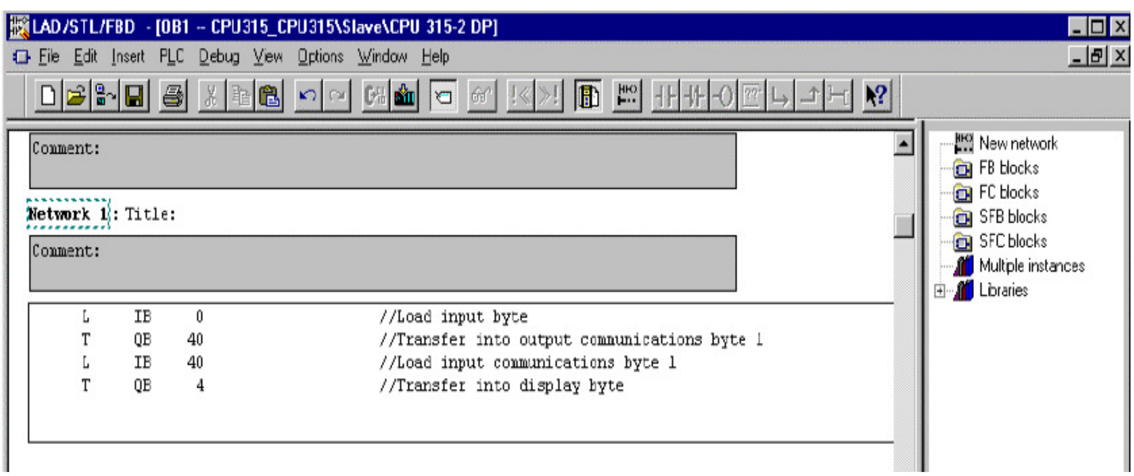

الخطوة الاخيرة ضبط الاعدادات بين الرئيسي و الفرعي, لاحظ باننا سنقوع بنقل بيانات بين CPU و اخرى, و لذلك فان المخرج بالنسبة ل CPU الرئيسية سيكون هو المدخل لل CPU الفرعية, و العكس صحيح:

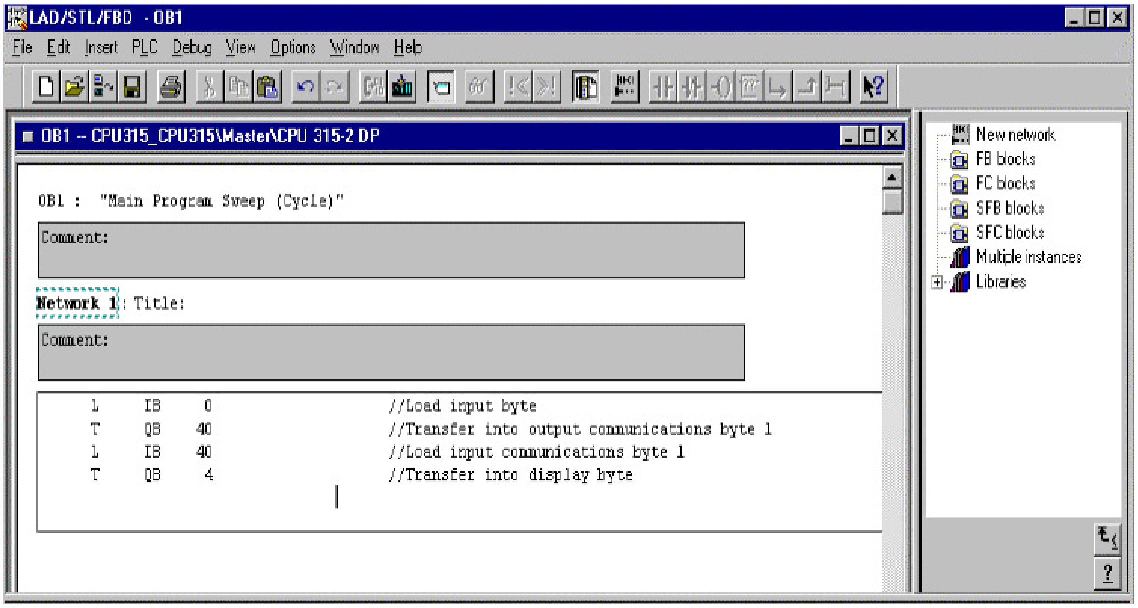


يمكنك ضبط هذه الاعدادات من خلال الضغط على New و ادخال المعطيات كما هي بالشكل.




بعد الانتهاء من عملية الحفظ, سنقوم بادخال البرنامج الذي سيقوم بنقل البيانات بين ال CPU الرئيسي و ال CPU الفرعي على OB1 كما هو مبين في الاشكال التالية:






لاحظ بان المخرج من الكلمة 40 Word لل CPU الرئيسي يكتب في المدخل 40 Word لل CPU الفرعي.

و ان المدخل من الكلمة 40 Word لل CPU الفرعي يقرا في المدخل 40 Word لل CPU الرئيسي.

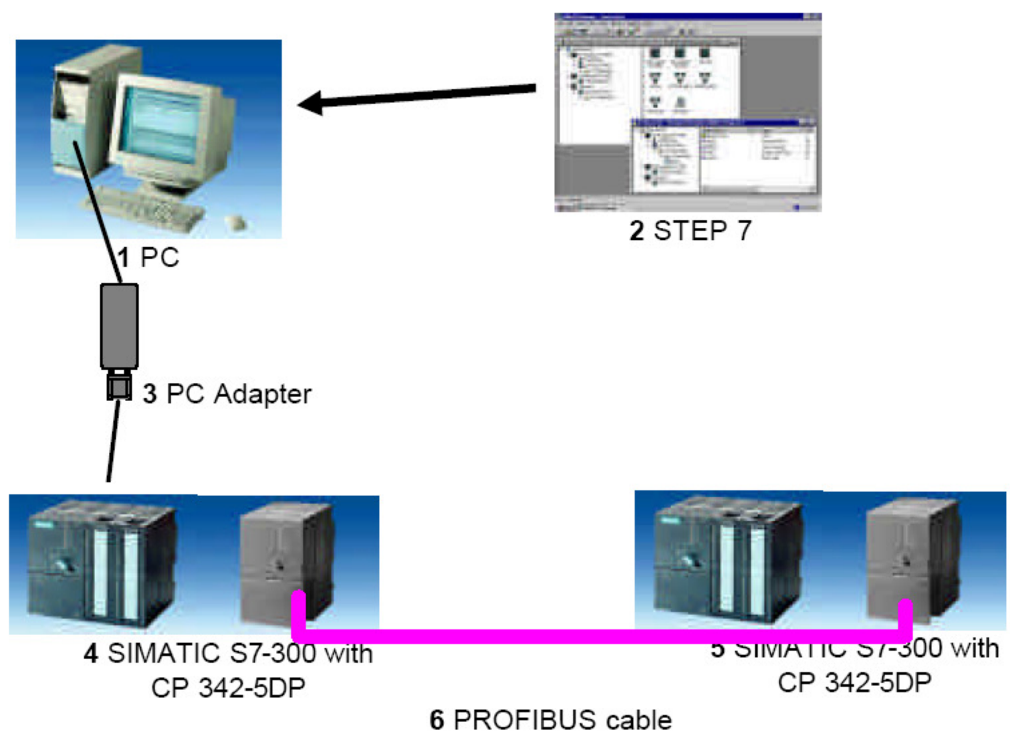
**ملاحظة:**

لا يمكن عمل Simulation من خلال برنامج PLCSIM و ذلك لانه لا يدعم Multicomputing, اي التعامل مع اكثر من CPU. من الممكن عمل كامل الاعدادات من خلال Simatic Manager و لكن لا يمكن فحص النظام الا من خلال Hardwar حقيقي.

## التطبيق الثالث: Master CP 342-5DP / Master CP 342-5DP

### متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration :

- جهاز حاسوب عليه برنامج.Step 7
- واجهة MPI Interface لجهاز الحاسوب.
- PLC SIMATIC S7-300 -مع ال CPU 342-5DP عدد اثنان.
- PS 307 2A
- CPU: CPU 314IFM
- Communication processor: CP 342-5DP
- كيبل PROFIBUS مع كرت PROFIBUS Slot



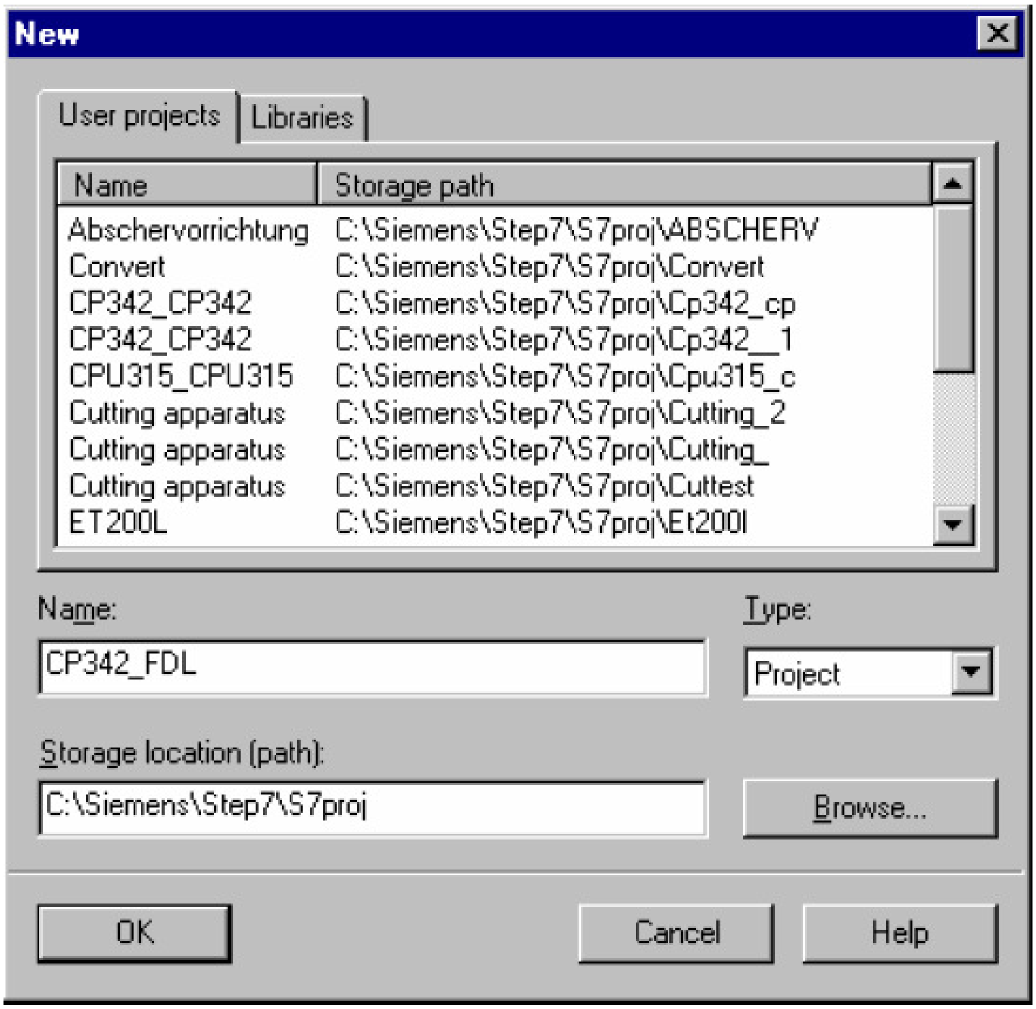

المداخل و المخارج:

Master- CPU1:
IB 124 SET Input byte
IB 40 Comm_IB1 Input communication Byte1
QB 124 DISPLAY Display byte
QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

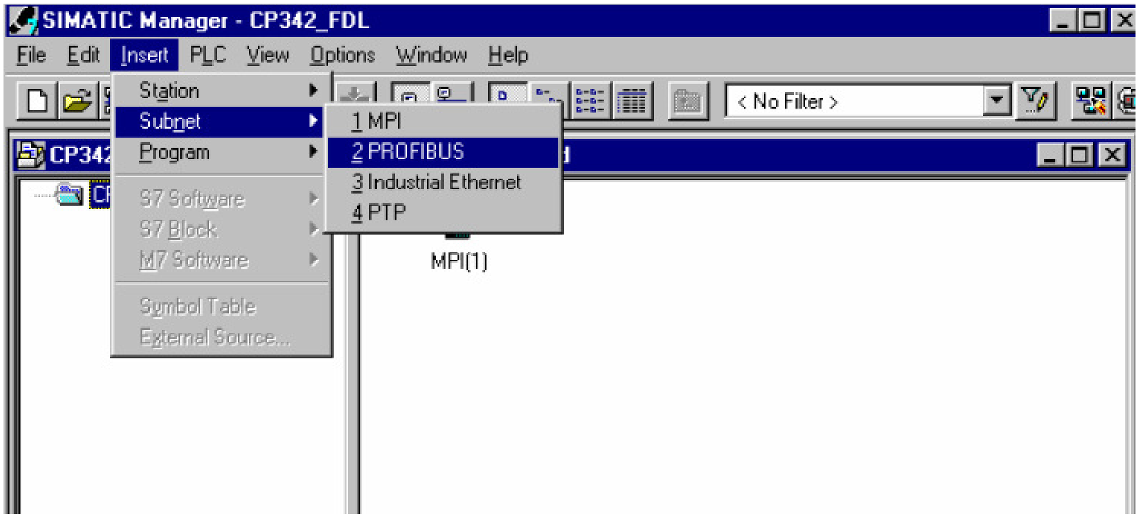
Master- CPU2:
IB 124 SET Input byte
IB 40 Comm_IB1 Input communication Byte1
QB 124 DISPLAY Display byte
QB 40 Comm_QB1 Output communication Byte1

خطوات العمل:

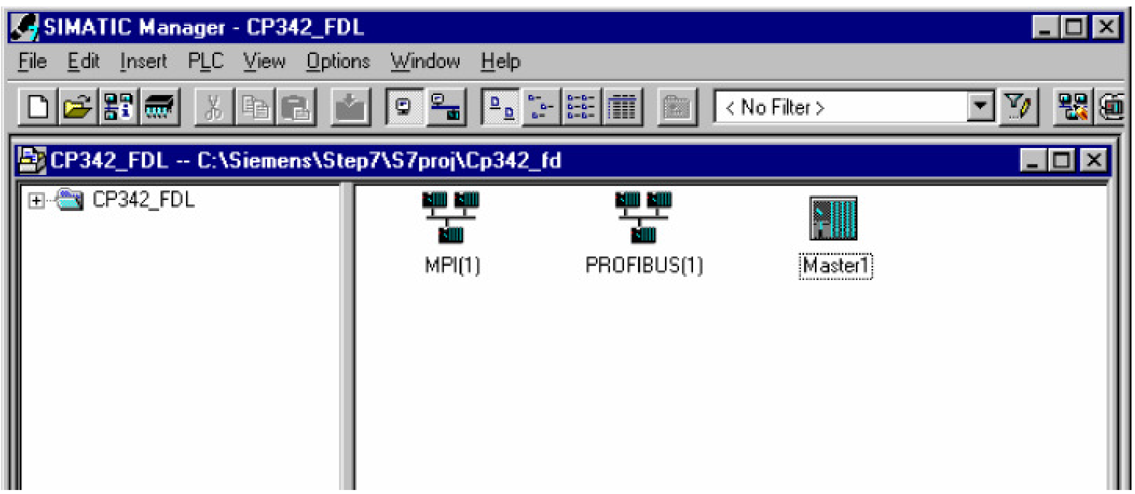
- ابدا بعمل مشروع جديد و سمه CP342_FDL



- ادخل شبكة PROFIBUS فرعية:




- ادخل SIMATIC 300-Station و سمها Master 1.



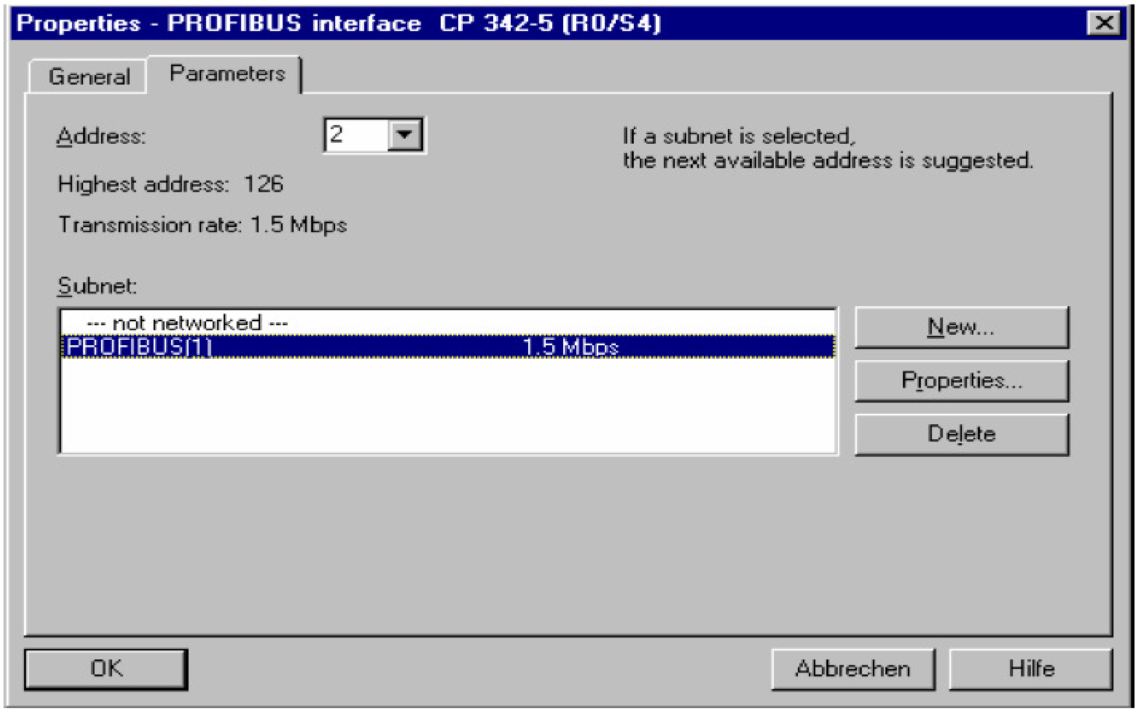

قم بتعريف ال Power Supply و ال CPU و CP باتباع الخطوات التالية:

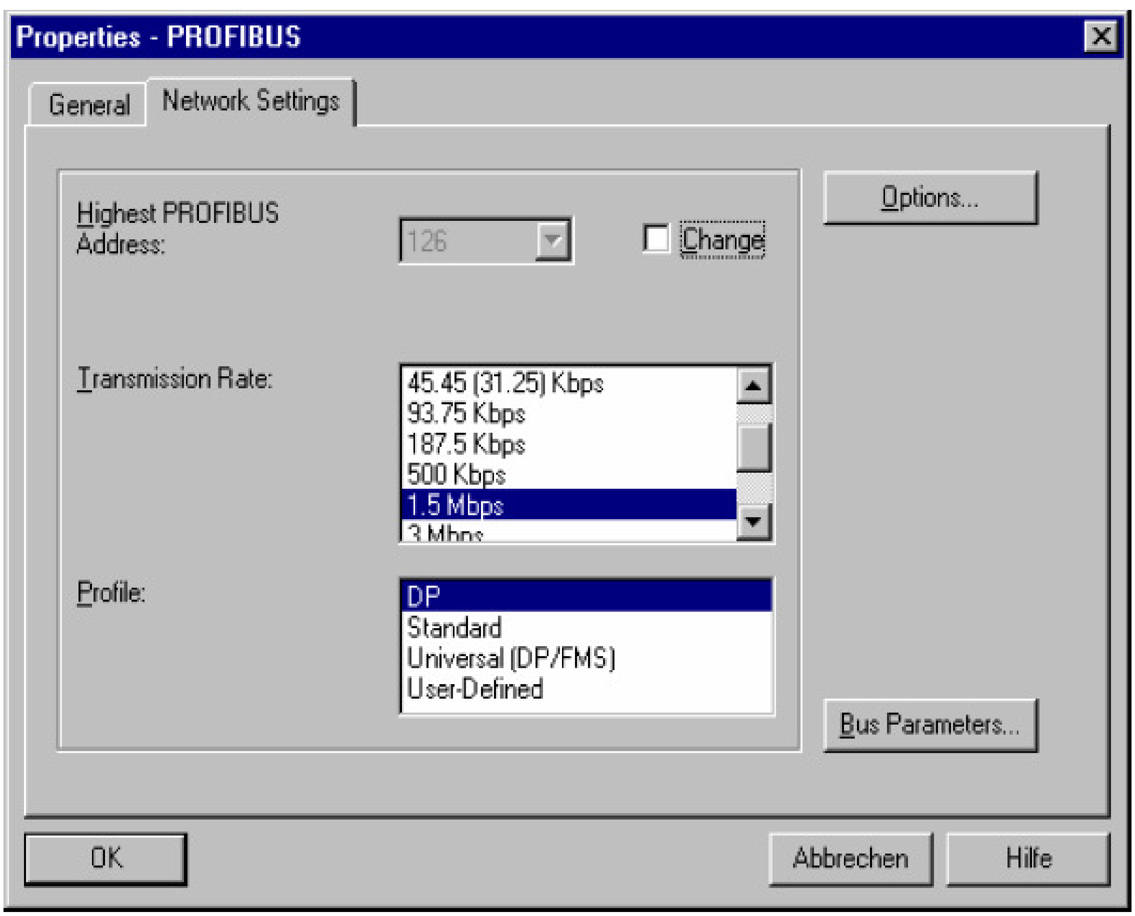
SIMATIC 300 _PS-300 _ PS 307 2A

SIMATIC 300 _CPU-300 _ CPU 314IFM _6ES7 314-5AE03-0AB0 _V1.1

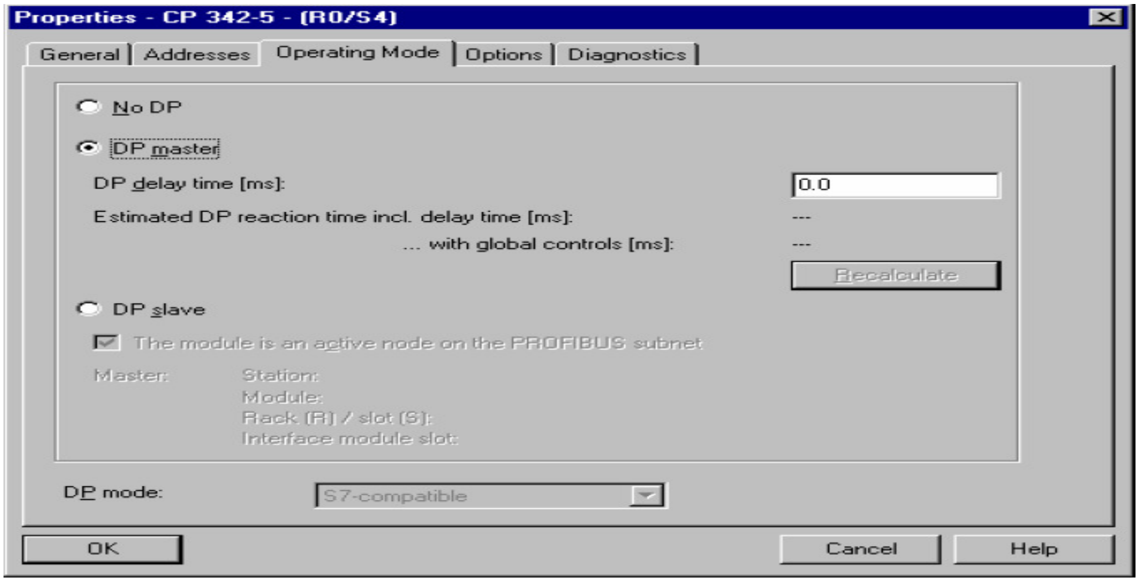
SIMATIC 300 _ PROFIBUS _CP 342-5DP _ 6GK7 342-5DA01-0XE0 _Product Version

عند ادخال ال CP ستظهر لك النافذة التالية, تاكد من ضبط الاعدادات كما هي بالصور:

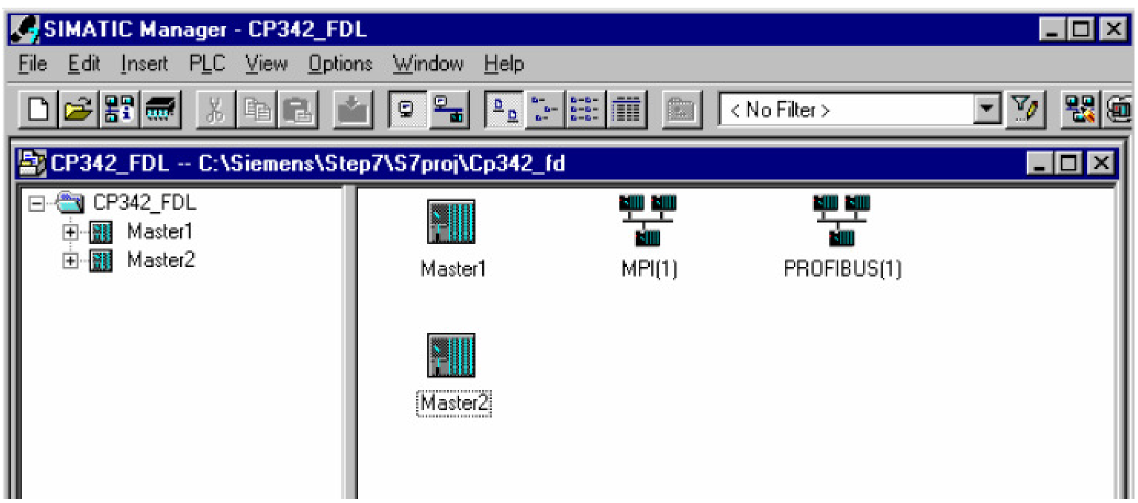


- لاحظ ان عنوان ال CP في جدول العناوين هو PI 256...271 / PQ 256..271, اختر خصائص ال CP من خلال النقر المزدوج على ال CPU, ستظهر لك النافذة التالية, عين ال Operation Mode الى DP Master و اضغط Ok.




اعمل Save و Compile للنظام, و من ثم ادخل SIMATIC 300-Station و سمه Master 2.



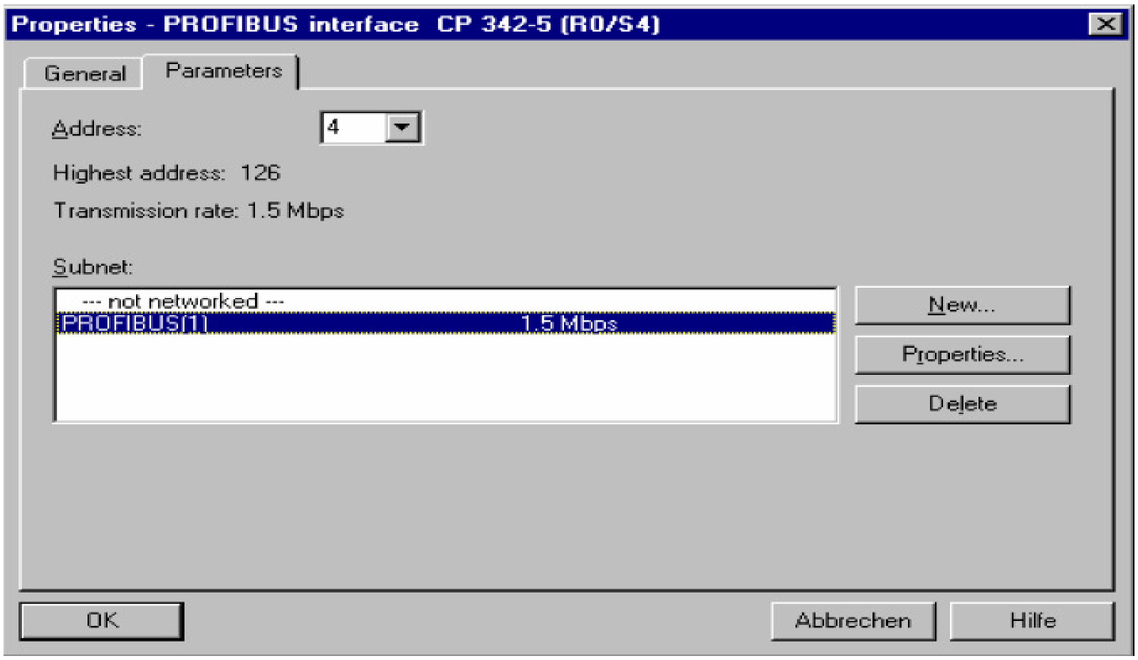

افتح اداة Hardware Manager و عرف القطع التالية:

SIMATIC 300 _PS-300 _ PS 307 2A

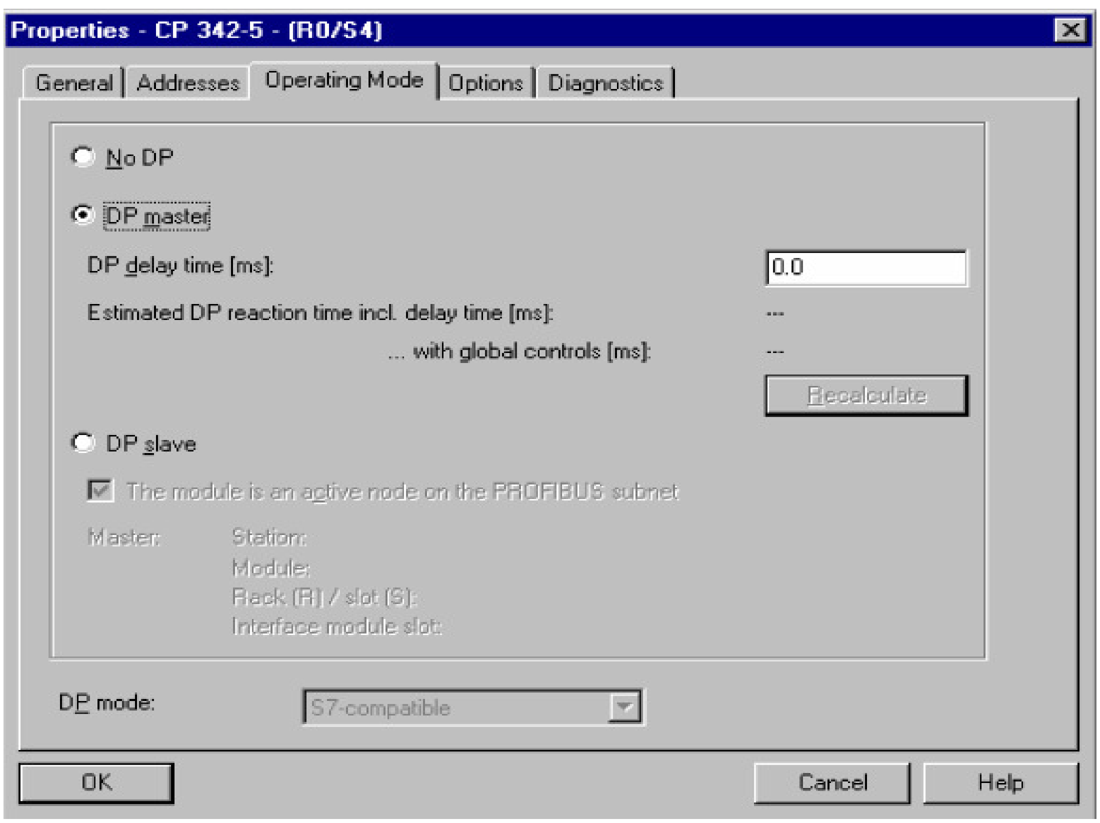
SIMATIC 300 _ CPU-300 _ CPU 314IFM _6ES7 314-5AE03-0AB0 _ V1.1

SIMATIC 300 _ CP-300 _ PROFIBUS _ CP 342-5DP _ 6GK7 342-5DA01-0XE0 _ Product Version 2

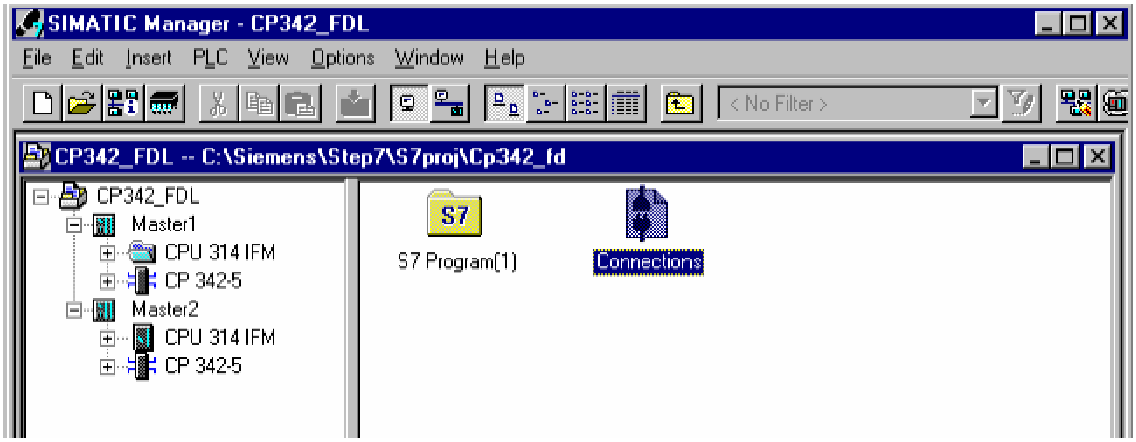
عند ادخال ال CP تاكد من ضبط الاعدادات التالية:



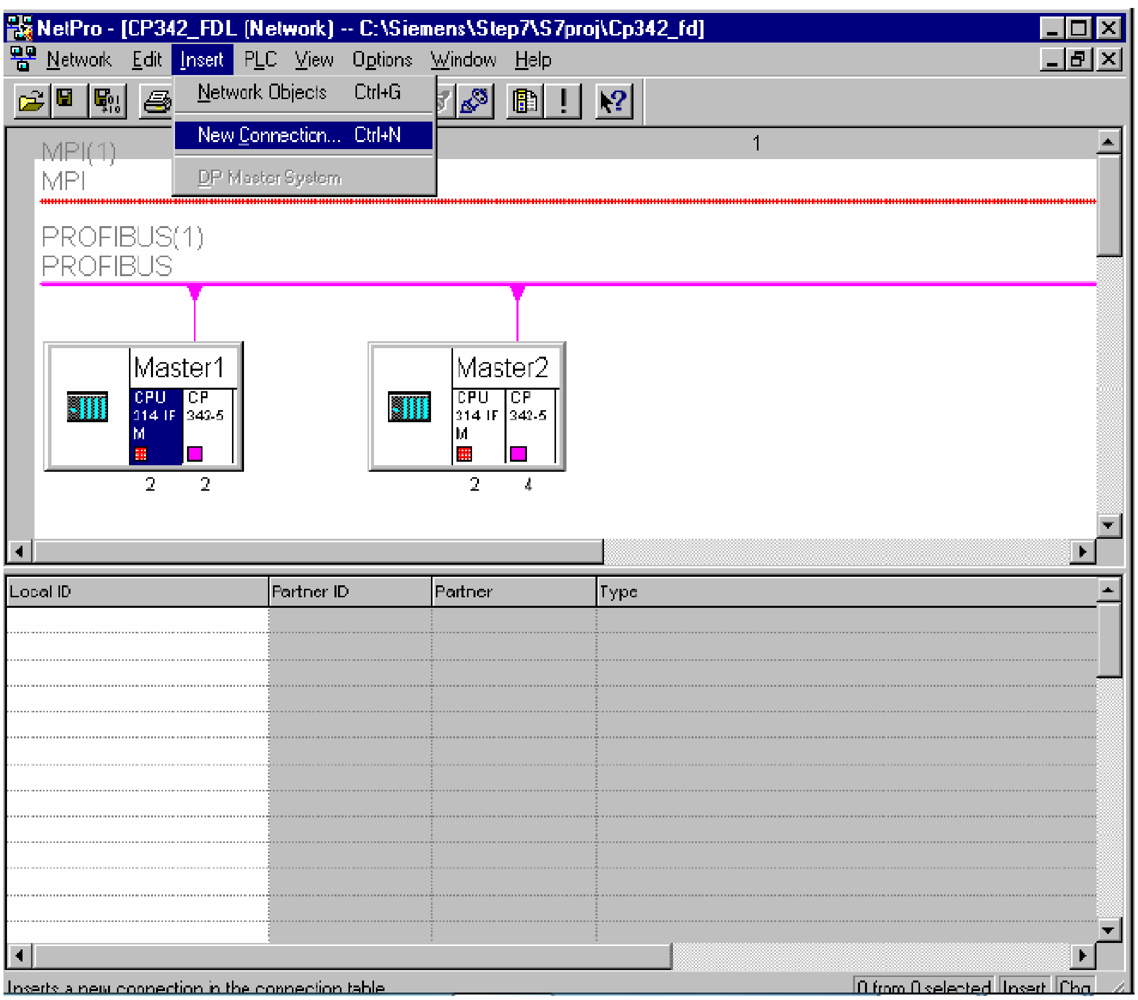

سيكون الامر مماثل للخطوات السابقة, نقر مزدوج على ال CPU, و اختر DP Master:



و من ثم اعمل Save و Compile, بامكانك الان استعراض الشبكة التي قمت بعملها من خلال النقر على Connections:

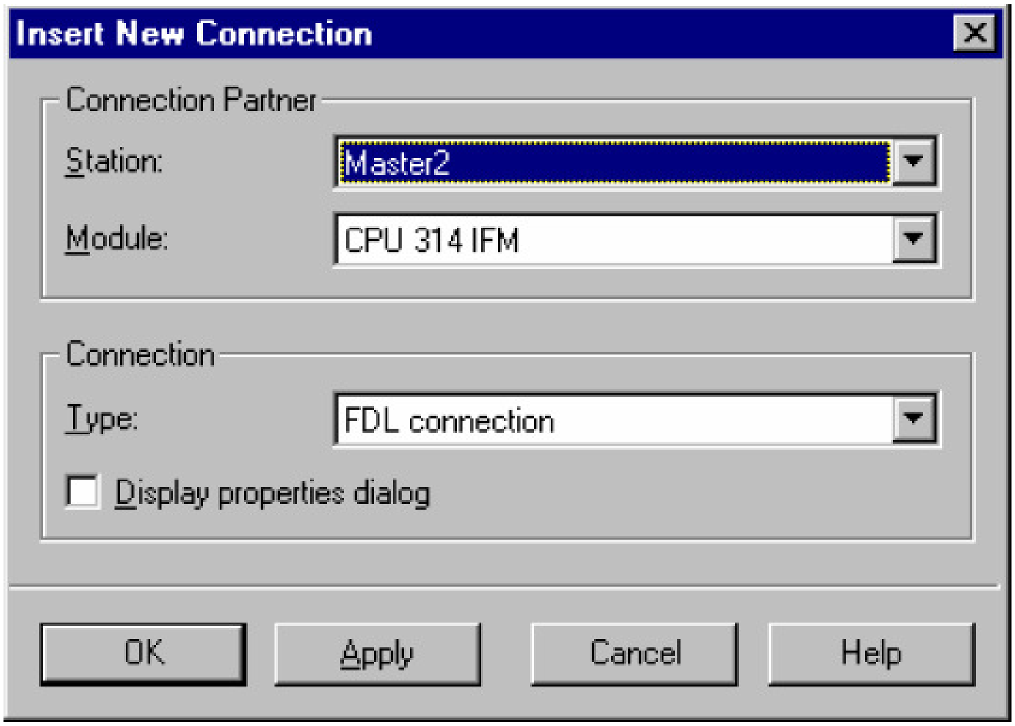



حيث ستظهر لك اداة NetPro, و التي تبين ملخص عن المنافذ المتوفرة من MPI و PROFIBUS, اختر واحدة من ال CPU و ادخل رابط جديد:

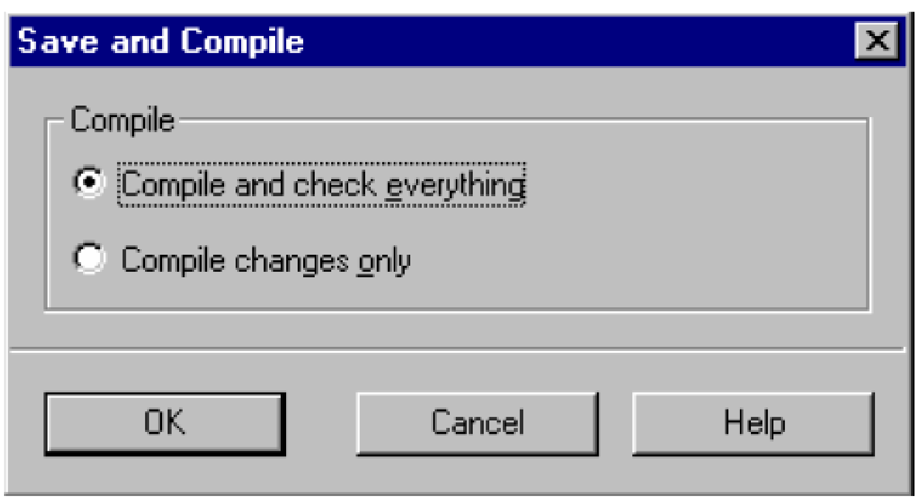


الان سيتم اختيار Mater 2 كشريك ل Master 1, و اما نوع الرابط اختر FDL Connection.

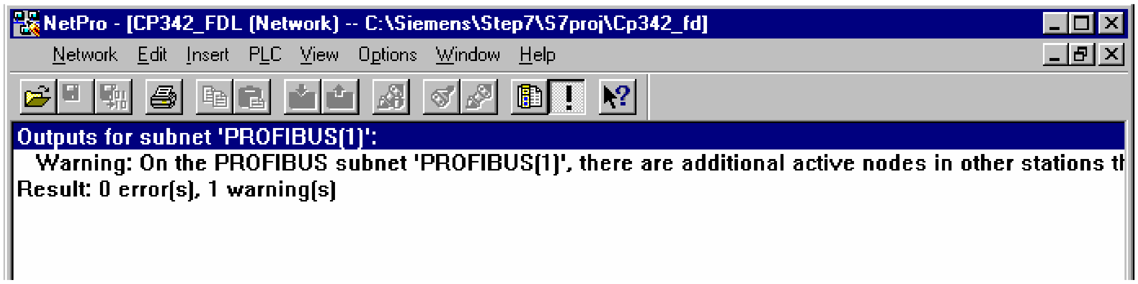
و هو Field bus Data Link و يرمز للبروتوكول المستخدم  في طبقة ال Data Link Layer.




- الان قم بعمل Save و Compile:



- ستظهر لك نافذة فيها تحذير, لا مشكلة فقط اغلقها:




- سنتعرف الان كيفية تناقل البيانات, افتح OB1, عادة عند استخدام اكثر من CPU ك Master, يفضل ربط كافة ال I/O المتعلقة ببرنامج CPU بنفس ال CPU قدر الامكان, فمثلا يتم تقسيم المنشاة الصناعية الى اجزاء, و يتم تعيين CPU لكل جزء. في حال الحاجة الى تبادل البيانات بين اثنان من ال CPU يتم استخدام Function Blocks لتفعيل ال FDL Connection, هذا القالب موجود داخل المكتبة Library التالية: SIMATIC_NET_CP, و لاستخدامه لا بد من نسخ القالب الى المشروع.

القالب AG-SEND يعمل على نقل البيانات من خلال ال FDL Connection, عبر معالج الاتصالات CP, و القالب AG-RECV يعمل على استلام هذه البيانات, من الممكن تبادل I/O, بتات الذاكرة Memory Bit, او قوالب بيانات.

الجدول التالي يشرح الاعدادات الضرورية لضبط هذه الاوامر:

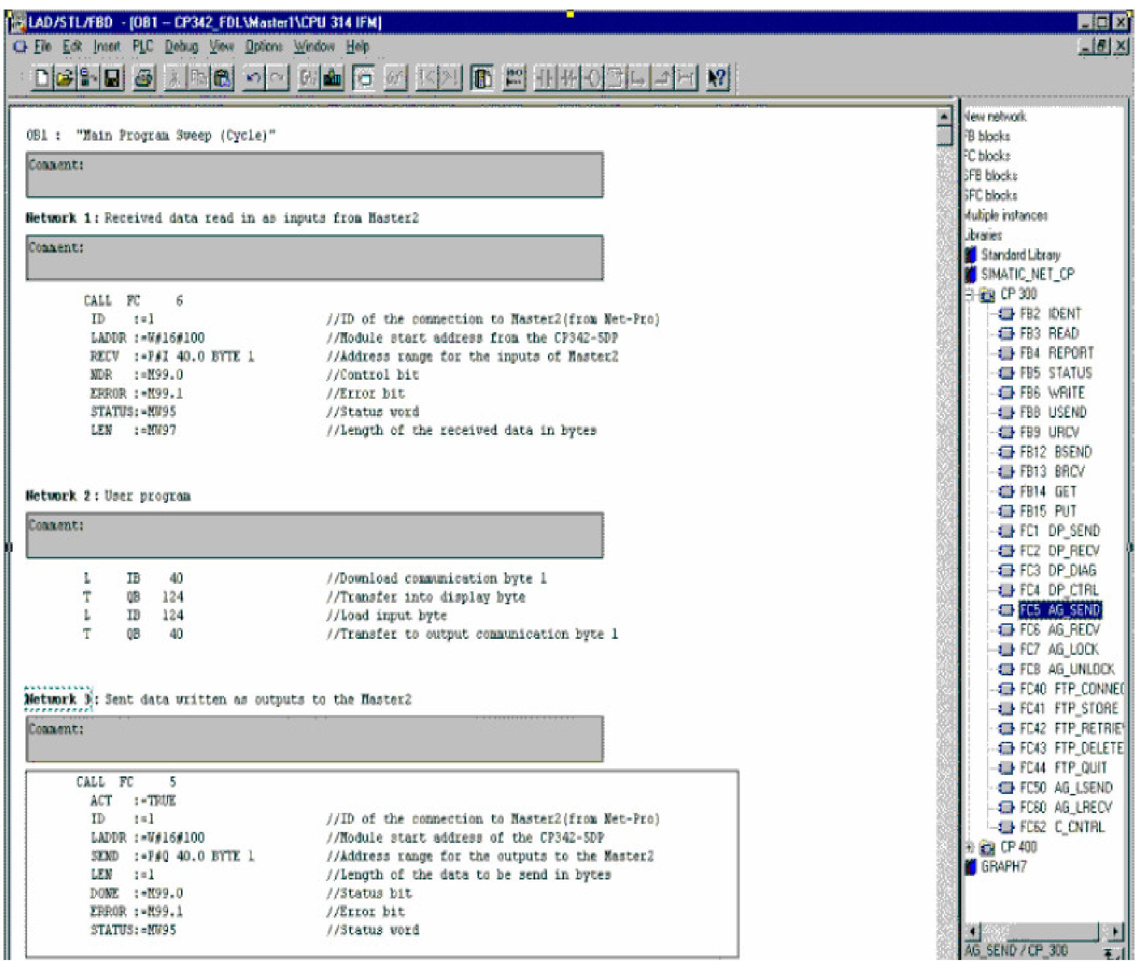
AG-SEND:

| الشرح | القيم | النوع | الاسم |
|---|---|---|---|
| عرض بيانات الحالة أو عدم عرضها | 0, 1 | BOOL | ACT |
| رقم رابط ال FDL Connection | 1, 2,...16 | INT | ID |
| عنوان الوحدة (يمكن الحصول عليه بسهولة من جدول العناوين) | | WORD | LADDR |
| عنوان البيانات المراد إرسالها | | ANY | SEND |
| طول البيانات المراد إرسالها | 1, 2,...240 | INT | LEN |
| بت حالة يشير إلى إتمام عملية نقل البيانات بدون أخطاء | 0: -<br>1: New data | BOOL | DONE |
| وجود خطا | 0: -<br>1: Error | BOOL | ERROR |
| WORD تشير إلى الحالة | | WORD | STATUS |

:AG-RECV

| الاسم | النوع | القيم | الشرح |
|---|---|---|---|
| ID | INT | 1, 2,...16 | رقم رابط ال FDL Connection |
| LADDR | WORD | | عنوان الوحدة (يمكن الحصول عليه بسهولة من جدول العناوين) |
| SEND | ANY | | عنوان البيانات المراد استلامها |
| LEN | INT | 1, 2,...240 | طول البيانات المراد إرسالها |
| NDR | BOOL | 0: -<br>1: New data | بت التحكم بعرض البيانات |
| ERROR | BOOL | 0: -<br>1: Error | وجود خطا |
| STATUS | WORD | | WORD تشير إلى الحالة |

و الشكل التالي يبين مثالا لنقل البيانات الموجودة في العنوان P#Q 40.0 byte 1, من خلال استدعاء ال FC AG-SEND.



## التطبيق الرابع: PROFINET with 2 X CPU 315F-2 PN/DP

### متطلبات مكونات المنظومة Hardware Configuration :

- جهاز حاسوب عليه برنامج.Step 7
- PLC SIMATIC S300 عدد اثنان, مع كل من المكونات التالية مع كل CPU:

- Power supply: PS 307 2A
- CPU: CPU 315F-2 PN/DP
- Digital inputs: DI 16 x DC 24V
- Digital outputs: DO 16 x DC 24V/0.5A

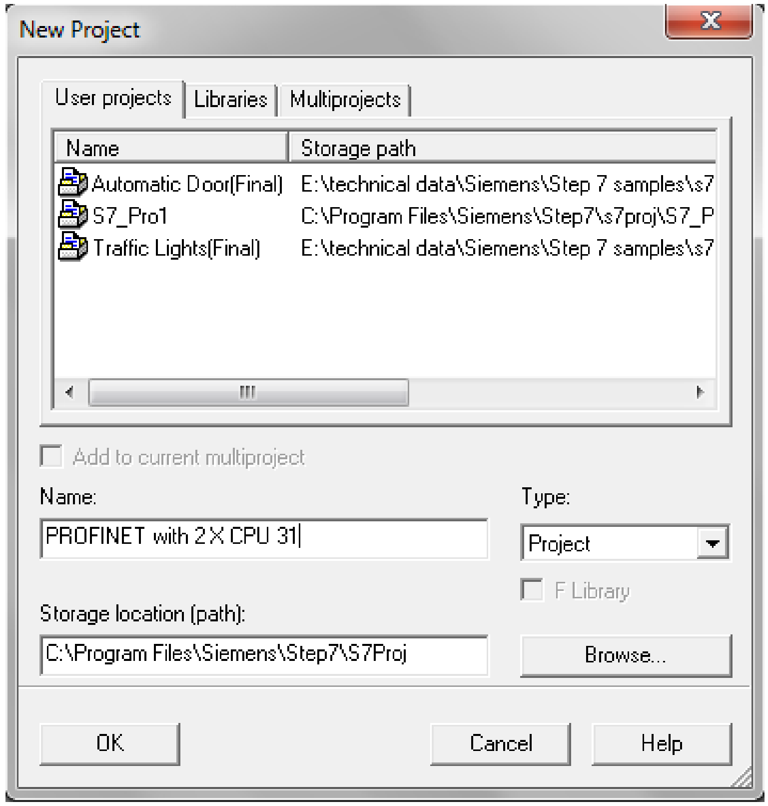
- وصلة ايثرنت بين كل من ال CPUs.

- المداخل و المخارج:

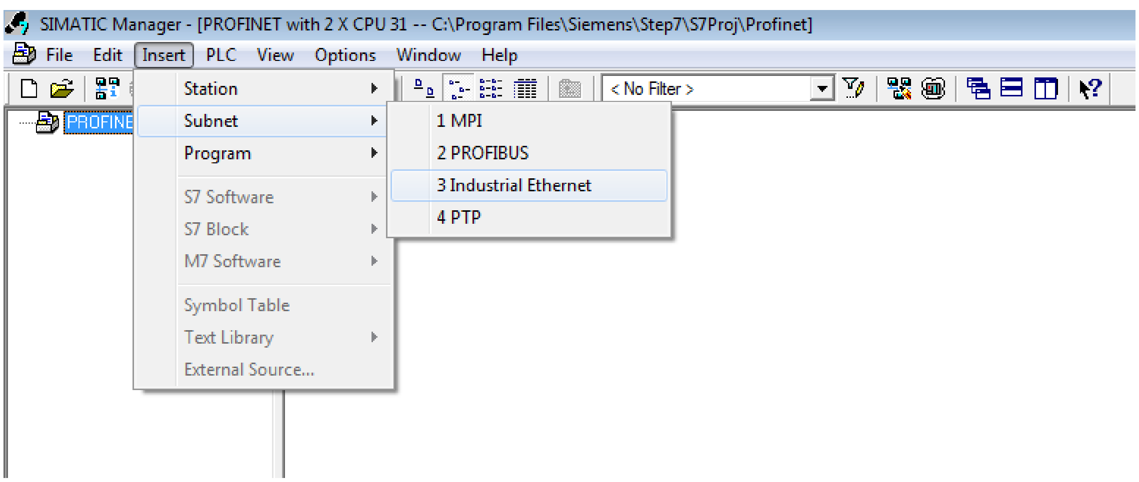
CPU1:
I1.0 REQ Activation of the send request (with positive edge)
I1.1 R Cancelling the send request (with positive edge)
IB 0 SET Input byte
MB 40 Comm_A1 Output communication send buffer Byte1

CPU2:
I1.0 EN_R Activation of Ready to receive (if EN_R == 1)
MB 50 Comm_E1 Input communication receive buffer Byte1
QB 4 DISPLAY Display byte

- الخطوات:
- من Simatic Manager قم بانشاء مشروع جديد.




- قم بادخال شبكة فرعية, Industrial Ethernet:



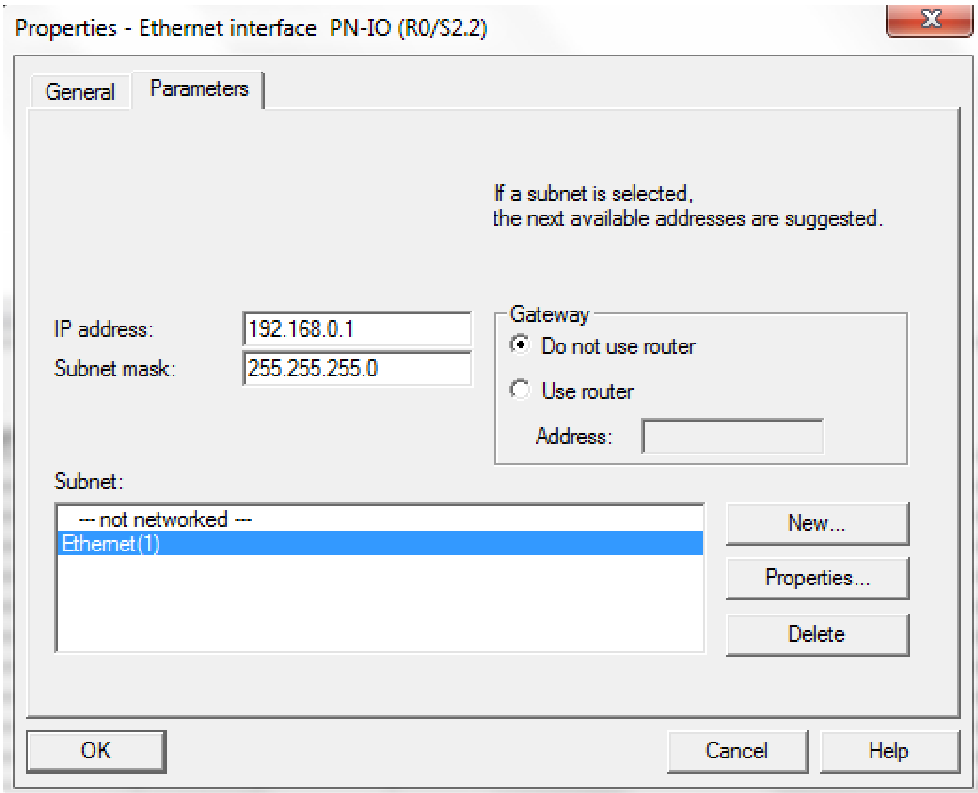

- ادخل SIMATICS S300 Station, ادخل Rail و عرف ال Power Supply و ال CPU

SIMATIC 300 _PS-300 _PS 307 5A

SIMATIC 300 _ CPU-300_ CPU 315F-2 PN/DP _ 6ES7 315-2FH10-0AB0 _ V2.3

SIMATIC 300 _ CPU-300 _ CPU 315F-2 PN/DP _ 6ES7 315-2FH10-0AB0 _ V2.3

- ستظهر لك الشاشة التالية, عرف الاعدادات كما هي في الشكل التالي:



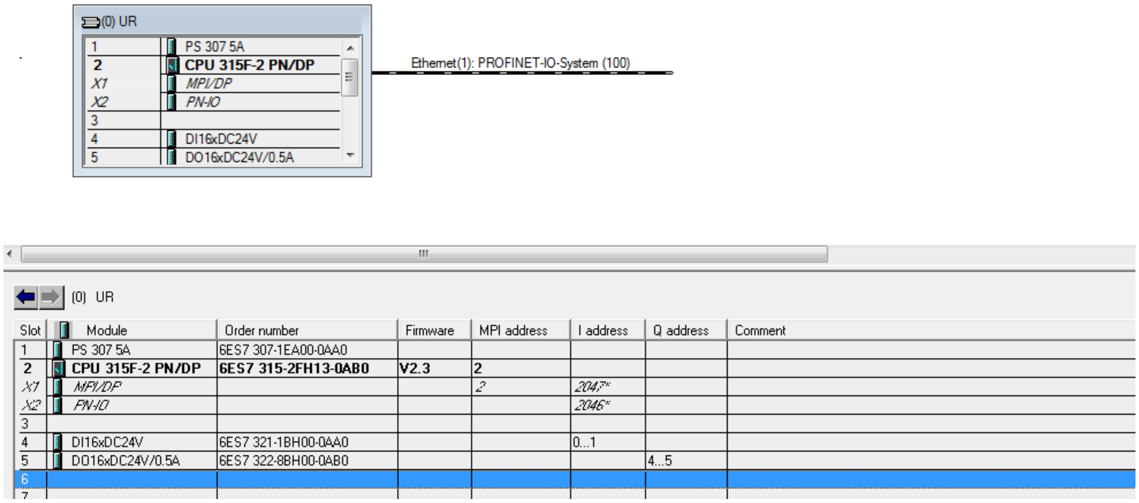

ملاحظات:

- ال MAC Address: يتكون من مجموعة من الارقام, احداها يشير الى مصنع الكرت ( سيمنز مثلا) و البقية ارقام تسلسلية خاصة بالشركة, كل كرت في العالم له MAC Address, و هو مرتبط بالهاردوير.
- ال IP Address: هو عنوان يتم وضعه كما تشاء لتحديد موقع ال CPU على الشبكة عند التعامل مع الايثرنت بروتوكول.
- اكمل ادخال بقية المكونات كالتالي:

SIMATIC 300 _ DI-300 _ SM 321 DI16xDC24V

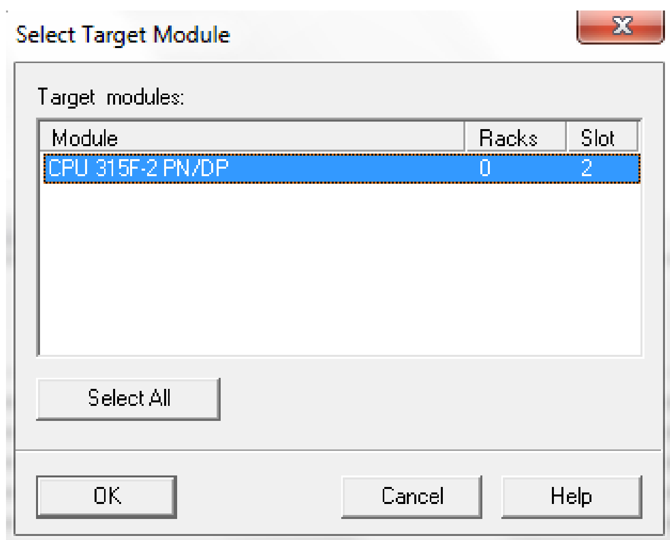
SIMATIC-300 _ DO-300 _ SM 322 DO16xDC24V/0.5A

و سيكون الشكل النهائي كالتالي:

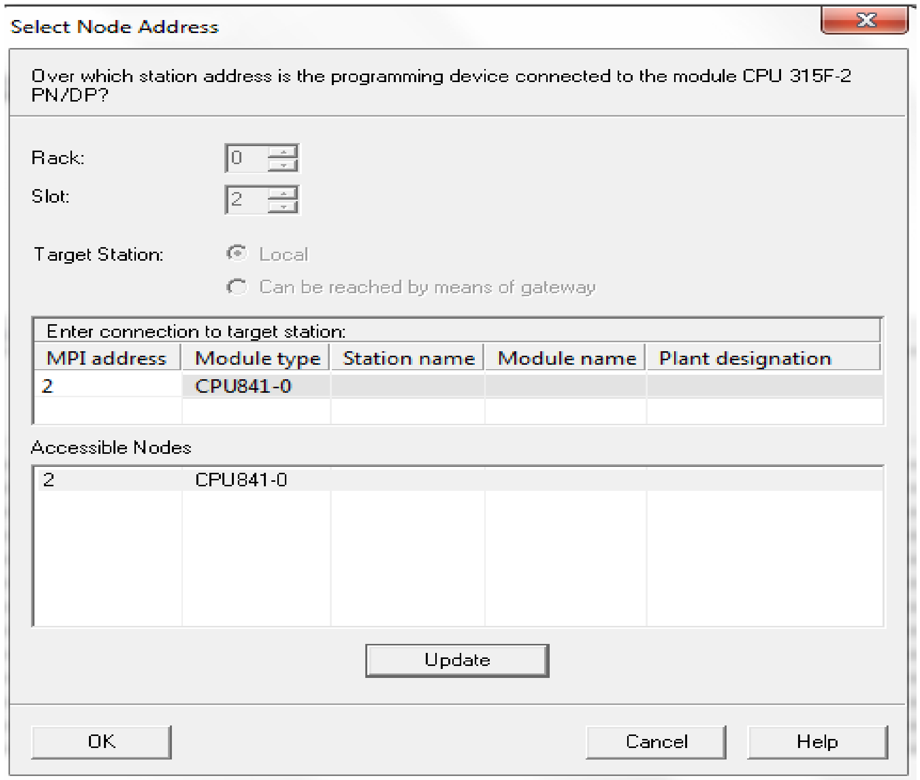



ملاحظة:

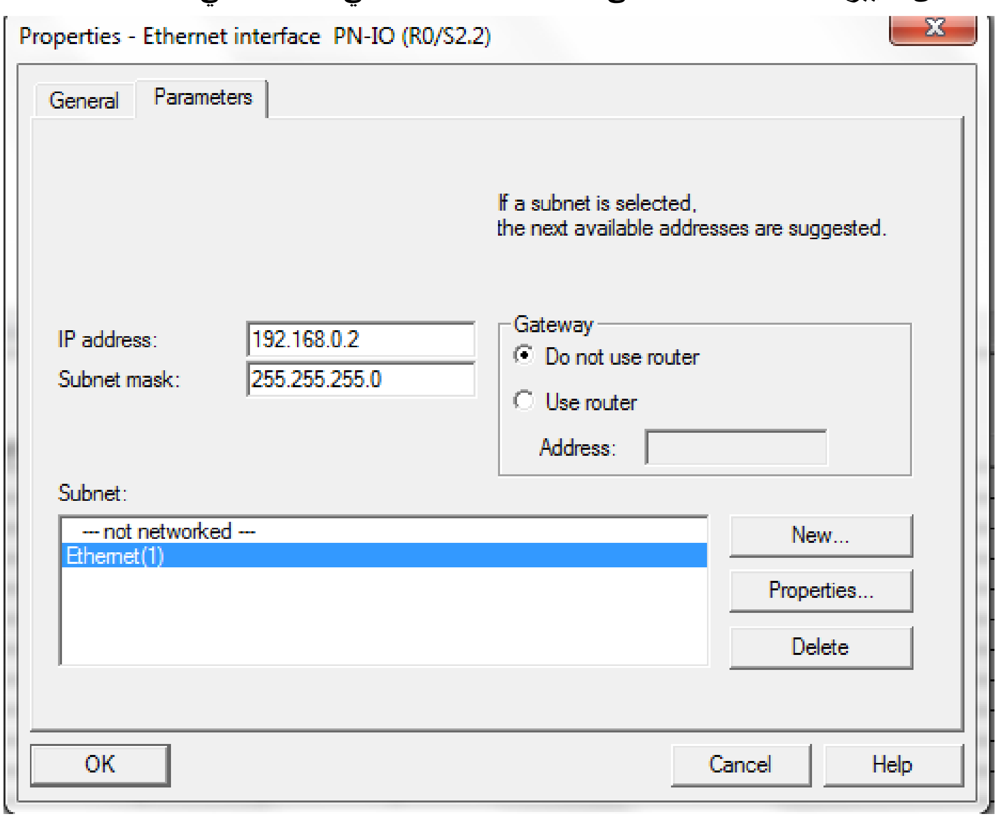
- عند التعامل مع الايثرنت لا بد من التاكد من ان ال PG/PC معرف على TCP/IP.
- الان قم بعمل تنزيل Download, ستظهر لك الرسالة التالية و التي تشير الى ان البيانات سيتم نقلها الى ال CPU:



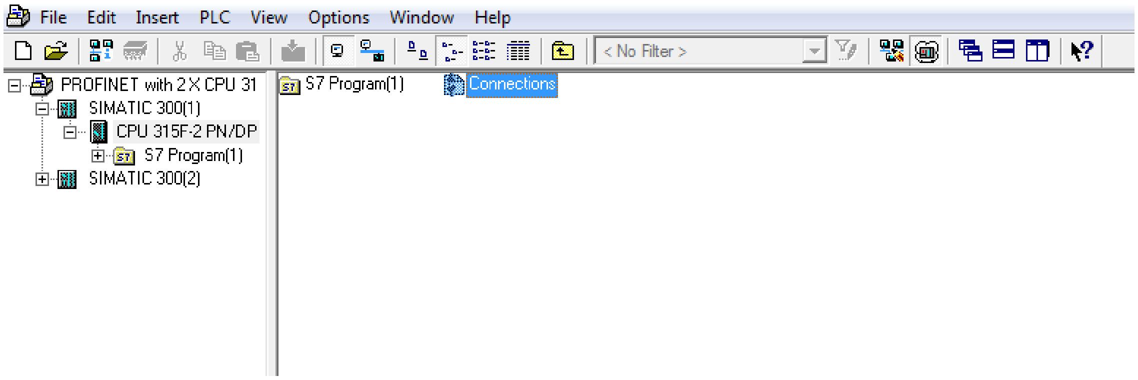

- اضغط OK, و من ثم يمكنك استعراض الاجهزة المربوطة على النظام بالضغط على View من النافذة التالية, ثم اضغط OK.

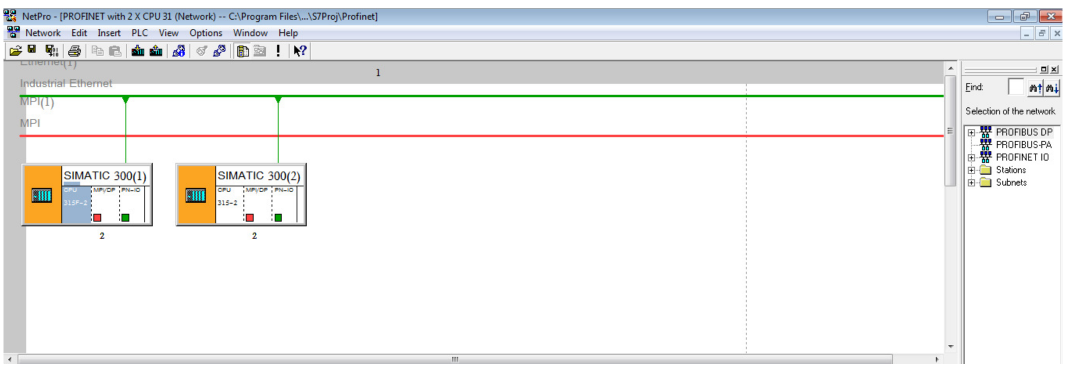



- اعد نفس الخطوات السابقة و ادخل ال CPU الثانية مع نفس الهاردوير.
- تاكد من تغيير ال IP Address الى 192.168.0.2 كما في الشكل التالي:

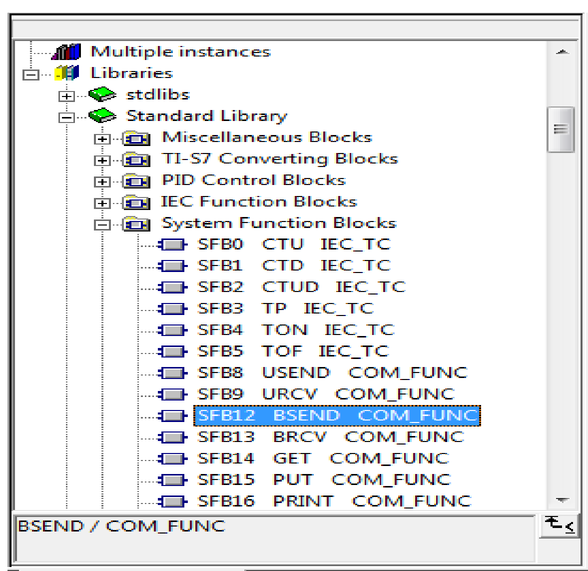


- يمكن استعراض الروابط الموجودة من خلال الضغط على Connections الموجودة تحت اي من ال Stations كما في الشكل التالي:




- يتم ارسال البيانات بين ال CPUs من خلال القالب Block, "SFB12 "BSEND و استقبال البيانات من خلال القالب Block, "SFB13 "BRCV و الموجود داخل مكتبة ال Standard Library كما هو مبين في الشكل التالي:



- و الجدول التالي يبني شرح اعدادات القالب "SFB12 "BSEND:

| الاسم | الإعلان | النوع | الشرح |
|---|---|---|---|
| REQ | INPUT | BOOL | تفعيل نقل البيانات |
| R | INPUT | BOOL | عمل RESET |
| ID | INPUT | WORD | العنوان المطلوب نقل البيانات منه |
| DONE | OUTPUT | BOOL | بت حالة يشير إلى إتمام عملية نقل البيانات بدون أخطاء |
| ERROR | OUTPUT | BOOL | وجود خطا |
| ERROR INDICATION | OUTPUT | WORD | حالة الخطأ |
| SD-1 | IN-OUT | ANY | عنوان البدء للبيانات المراد نقلها |
| LEN | IN-OUT | WORD | طول البيانات المراد نقلها |

- اما الجدول التالي فيشرح اعدادات القالب ,"SFB13 "BRCV:

| الاسم | الإعلان | النوع | الشرح |
|---|---|---|---|
| EN-R | INPUT | BOOL | تفعيل استقبال البيانات |
| R | INPUT | BOOL | عمل RESET |
| ID | INPUT | WORD | العنوان المطلوب نقل البيانات منه |
| DONE | OUTPUT | BOOL | بت حالة يشير إلى إتمام عملية نقل البيانات بدون أخطاء |
| ERROR | OUTPUT | BOOL | وجود خطا |
| ERROR INDICATION | OUTPUT | WORD | حالة الخطأ |
| RD-1 | IN-OUT | ANY | عنوان البدء للبيانات المراد نقلها |
| LEN | IN-OUT | WORD | طول البيانات المراد نقلها |

- و الشكل التالي يمثل استخدام القالب لنقل flag byte MB40:

```
OB1 :  "Main Program Sweep (Cycle)"
Netzwerk 1:Specify length of send area

      L      W#16#1                  //Load Value 1 in hexa-decimal code
      T      MW    10                //Transfer in flag word MW10


Network 2: Write inputs to send buffer

      L      EB    0                 //Load input byte IB0
      T      MB    40                //Transfer in send buffer flag word MW40


Network 3: Send data to Station2/Send-buffer MB40

      CALL  "BSEND" , DB12        //Call Send block SFB12 (BSEND) with instance DB DB12
       REQ    :=E1.0              //Activate Send request (with positive edge)
       R      :=E1.1              //Cancel Send request (with positive edge)
       ID     :=W#16#1            //ID of connection to other station (from NetPro)
       R_ID   :=DW#16#1           //R-ID on sender side has to match R_ID on receiver side
       DONE   :=M80.0             //Diagnostic info DONE indicates that request was executed without fault
       ERROR  :=M80.1             //Diagnostic information ERROR indicates that an error occurred
       STATUS:=MW82               //Diagnostic info STATUS provides detail info about occurring errors
       SD_1   :=P#M 40.0 BYTE 1   //Data area that is to be sent (here: MB40)
       LEN    :=MW10              //Length indication of the send area in bytes (only I,O,F,D,L; no constants
      NOP    0


OB1 :  "Main Program Sweep (Cycle)"
Netzwerk 1: Receiving data from Station1/Receive buffer MB50
      CALL  "BRCV" , DB13            //Call of receive block SFB13 (BRCV) with instance DB DB 13
       EN_R   :=E1.0                 //Activation of Ready to receive (for EN_R == 1)
       ID     :=W#16#1               //ID of connection to the other station (from NetPro)
       R_ID   :=DW#16#1              //R_ID on receiver side has to match the R_ID on the sender side
       NDR    :=M90.0                //Diagnostic info NDR indicates if request was completed successfully
       ERROR  :=M90.1                //Diagnostic information ERROR indicates that an error occurred
       STATUS:=MW92                  //Diagnostic info STATUS provides detail info about occurring errors
       RD_1   :=P#M 50.0 BYTE 1      //Data area that is to receive (here: MB50)
       LEN    :=MW12                 //Length of received data in bytes
      NOP    0

 Network 2: Read out receive buffer and indicate at outputs

      L      MB    50                //Load receive buffer flag byte MB50
      T      AB     4                //Transfer to output byte QB4
```